



Ex Libris Ioannis Nencini
1872

COURS DE BOTANIQUE.

SECONDE PARTIE.

PHYSIOLOGIE.

PARIS.—IMPRIMERIE DE FÉLIX LOCQUIN,
RUE NOTRE-DAME-DES-VICTOIRES, N° 16.

PHYSIOLOGIE

VÉGÉTALE,

OU

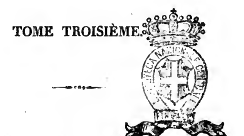
EXPOSITION DES FORCES

ET DES FONCTIONS VITALES DES VÉGÉTAUX,

POUR SERVIR DE SUITE A L'ORGANOGRAPHIE VÉGÉTALE,
ET D'INTRODUCTION A LA BOTANIQUE GÉOGRAPHIQUE
ET AGRICOLE;

PAR M. AUG.-PYR. DE CANDOLLE.

TOME TROISIÈME.



PARIS.

BÉCHET JEUNE,
LIBRAIRE DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE,
PLACE DE L'ÉCOLE DE MÉDECINE, N° 4.

1832

PHYSIOLOGIE
VÉGÉTALE.

LIVRE V.

DE L'ACTION DES CORPS EXTÉRIEURS SUR LES VÉGÉTAUX, OU DE L'ÉPIRRÉOLOGIE VÉGÉTALE.

CHAPITRE PREMIER.

Considérations générales sur l'Épirréologie végétale.

Les corps organisés sont placés dans la nature au milieu d'un grand nombre de matières qui exercent une action sur eux, tantôt utile, tantôt nuisible. Ils profitent pour leur vie propre de toutes les circonstances favorables ; ils luttent, par l'effet de la nature de leur tissu et par leur force vitale, contre les circonstances nuisibles.

Cette influence des agens ou milieux extérieurs est d'autant plus grande sur les végétaux, que, condamnés à l'immobilité, ils ne peuvent, comme les animaux, y échapper par la fuite ou l'émigration, et que, doués d'une action vitale moins énergique, ils ne peuvent maîtriser que dans des cas plus rares et dans des limites plus bornées, les élémens qui les entourent. Cette branche de la science des végétaux est donc d'une haute importance. M. Picconi (1) propose de la désigner sous le nom d'*épirréologie* (2); et quoiqu'un nom soit, en réalité, de peu d'importance, celui-ci aurait peut-être l'utilité de fixer davantage l'attention des naturalistes sur cette influence des agens extérieurs sur les êtres organisés, considérée comme science spéciale, et d'apporter plus d'ordre et de méthode dans son étude. Cette influence, appréciée dans ses détails, conduit à diverses études qu'on a l'habitude de considérer comme des branches distinctes et très-importantes de la science des végétaux (3).

1° Elle tend à déterminer une partie des causes par lesquelles les plantes se distribuent sur la surface du globe, ou ce qu'on appelle la *géographie botanique*.

2°. Elle donne les moyens d'apprécier les lois de la nature des plantes, en tant qu'elle fait connaître l'action réelle des agens dont l'homme peut disposer en faveur

---

(1) *Econom. olearia*, v. 2, p. 100.

(2) De ἐπιῤῥοη, *influxus*, ou ἐπιῤῥέω, *increpo*.

(3) Des recherches analogues sont de même applicables aux animaux, comme M. Edwards l'a montré dans un ouvrage spécial digne d'intérêt.

des végétaux qu'il cultive. Elle est donc la base de la *botanique agricole* (1).

3°. Elle fait connaître les dérangemens ou les accidens que l'action intervertie ou désordonnée des agens extérieurs détermine sur les végétaux : elle forme donc encore la base essentielle de la *nosologie végétale.*

Ces trois branches de la science ont un grand nombre de principes communs : quand on veut les isoler, comme on l'a fait jusqu'ici, on se trouve obligé de répéter en tête de chacun des traités spéciaux de ces études un certain nombre de considérations parfaitement identiques. Ainsi, si je voulais exposer les lois ou de la géographie botanique, ou de la botanique agricole, ou de la nosologie végétale,

---

(1) L'agronomie ou la science de l'agriculture se compose de connaissances très-diverses, et qui font réellement partie de plusieurs sciences distinctes. Telles sont :

1°. La *botanique agricole*, qui comprend les parties de la physiologie végétale, la botanique proprement dite et la géographie botanique, qui ont des rapports avec l'agriculture. La première dirige l'agriculture dans l'appréciation des méthodes de culture; la seconde, dans la connaissance, le choix et la nomenclature des plantes cultivées ou dignes de l'être; la troisième, dans l'art des naturalisations ;

2°. La *zoologie agricole*, qui s'occupe de la connaissance générale des animaux, de l'élève, de la santé et la nourriture des animaux utiles (art vétérinaire), et de la destruction des animaux nuisibles ;

3° La *chimie agricole*, qui, réduite à ses vraies limites, sert directement l'agriculture, en enseignant l'art d'analyser les terres, les engrais, et surtout l'art d'exploiter les produits pour en tirer du vin, du sucre, de la fécule, etc., et indirectement en éclairant la physiologie ;

il faudrait exposer pour chaque objet l'influence de la lumière, par exemple, ou de la chaleur sur les plantes. Il y a donc évidemment à gagner pour la concision, et aussi pour la clarté qui en est ordinairement la suite ; il y a donc, dis-je, de l'avantage à détacher ces considérations générales communes à toutes ces branches, et à les exposer d'une manière méthodique : c'est ce que je me propose de faire dans ce livre. Je dois avertir seulement que comme la botanique agricole et la géographie botanique sont des études très-vastes, et qui ont besoin de documens empruntés à plusieurs autres branches, je n'indiquerai ce qui les concerne que d'une manière très-abrégée, parce qu'elles ont besoin d'être exposées dans

4°. La *physique agricole*, qui comprend surtout l'étude de la météorologie, de la climatologie, dans leurs rapports avec les besoins de l'agriculteur ;

5°. La *mécanique agricole*, qui expose la structure et l'action des instrumens propres à l'agriculture ou des travaux d'art dont celle-ci a besoin ;

6°. L'*architecture* dans ses rapports avec les besoins de l'agriculteur ;

7°. La *géométrie*, comme nécessaire pour les arpentages, les nivellemens, etc. ;

8°. Enfin l'*économie rurale* proprement dite, qui règle et apprécie les connaissances précédentes, les coordonne entre elles par une comptabilité appropriée et une administration régulière, et les combine avec les données politiques et économiques propres à chaque localité.

Cette énumération des parties dont l'agronomie se compose tend en particulier à prouver que si, dans ce cinquième livre, je me suis permis d'indiquer quelques applications agricoles, je suis très-loin de le présenter comme un ouvrage d'agriculture proprement dite.

des traités spéciaux. La nosologie végétale, ou l'étude des maladies des plantes, étant au contraire une branche peu étendue, et dont tous ou presque tous les documens dépendent de l'action des corps extérieurs, je la développerai presque en entier. Je m'y livrerai d'autant plus volontiers, que les dérangemens de la santé des végétaux sont, pour la plupart, au nombre des exemples les plus clairs qu'on puisse citer, pour faire comprendre l'action des corps extérieurs.

L'histoire des maladies de l'homme est, à raison de son importance pour nous, considérée comme une science particulière, distincte de la physiologie dont elle est évidemment une dépendance. On donne indifféremment à cette étude les noms de *pathologie* et de *nosologie*. Le premier, qui dans son étymologie rappelle l'idée de souffrance, peut convenir aux dérangemens morbides de l'homme et des animaux, presque tous mêlés de douleurs; le second, qui indique simplement l'idée de maladie sans y mêler l'idée de douleur, me paraît, à l'exemple de M. Ré, préférable à admettre lorsqu'il s'agit des plantes. L'emploi d'un mot connu et commun aux deux règnes me paraît préférable à celui de *phytotérosie*, proposé par M. Desvaux, comme synonyme de nosologie végétale.

La nosologie animale se complique, non-seulement de toutes les actions diverses que les agens extérieurs peuvent produire sur les animaux, mais encore de tous les dérangemens produits soit par la réaction des diverses forces du corps vivant, soit par les aberrations de l'instinct, et surtout par celles de l'intelligence des corps animés. La nosologie végétale est évidemment beaucoup plus simple, soit à cause de la simplicité plus grande du

tissu : ce qui exclut toutes les maladies propres aux systèmes nerveux ou musculaires, ou compliquées de l'action de ces systèmes; soit à cause du peu de variété et du peu d'énergie de la force vitale : ce qui exclut un grand nombre de dérangemens produits par l'élévation ou l'affaiblissement de cette force dans les animaux; soit enfin à raison de la plus grande homogénéité des matières dont les végétaux ont besoin pour soutenir leur existence. Aussi, sans nier quelque réaction vitale dans les végétaux, on peut assurer que toute la théorie de celles de leurs maladies qui ne sont pas dues à l'hérédité (1), se trouve dans l'action des agens extérieurs, affaiblie, augmentée, intervertie ou mal appliquée. C'est d'après ce principe que je vais exposer occasionnellement l'histoire de ces maladies, en parlant de l'épirréologie ou de l'action des agens extérieurs.

Les premiers écrivains qui ont traité des maladies des végétaux l'ont fait sous un point de vue tout-à-fait pratique, et en se bornant aux maladies les plus communes des plantes cultivées. Ainsi, sans m'arrêter à quelques descriptions isolées de maladies qu'on trouve chez les anciens, Adanson a (2), le premier, je crois, réuni un certain nombre de faits à ce sujet dans le premier volume de ses familles des plantes. Il ne cherche point à en faire un corps de doctrine distinct de la physiologie, et expose sans ordre bien méthodique les traits généraux qui les signalent. M. Tessier (3) a considéré ce sujet en-

(1) Mentionnées liv. 3, chap. 9.
(2) Fam. des plant., 1763, vol. 1, p. 42.
(3) Traité des maladies des graines, 1 v. in-8°. Moyens éprouvés pour préserver les grains de la carie, in-8°, Avignon, 1786.

tièrement sous le rapport agricole : il a décrit avec soin les symptômes et les remèdes des maladies des céréales, et a fourni plusieurs faits relatifs à la recherche de leurs causes. La marche générale de son travail a été suivie par MM. Lozana (1) et Bayle-Barelle (2). Certains points spéciaux de ces doctrines ont été éclaircis ou popularisés par MM. Ben. Prévost (3), Féburier (4), Doria (5), Gautieri (6), et surtout par Banks (7). Mais ces travaux spéciaux, quel que fut leur mérite, étaient loin de constituer un ensemble sur les maladies des plantes. Bertholon a tenté d'en présenter occasionnellement un tableau dans son ouvrage sur l'électricité des végétaux (Paris, 1773); mais ce tableau était trop vague et trop incomplet pour avoir eu quelque influence.

M. Sylvestre présenta à la Société philomatique, en 1798, une esquisse bien raisonnée des maladies des plantes, rapportées, comme j'ai tenté de le faire ici, à leurs causes générales, mais sans les analyser en détail.

---

(1) *Delle Malattie del grano in erba*, 1 vol. in-8°, Carmagnola, 1811; *Saggio sopra il carbone del maïs*, in-8°, Turino, 1828.

(2) *Monografia agronomica dei cereali*, 1 vol. in-8°, Milano, 1809.

(3) Sur la cause immédiate de la carie, in-4°, Montauban.

(4) Rapport sur les moyens de préserver les blés de la carie, in-8°, Versailles, 1821.

(5) *Lettera sulla ruggine del grano*, Roma, 1821.

(6) *Sulla ruggine del frumento*, in-8°, Milano, 1807.

(7) Mémoire sur la rouille et dessins inédits sur toutes les maladies des grains, faits sous la direction de sir Joseph Banks par le peintre Bauer.

Plenck (1) essaya, à peu près à cette époque, d'appliquer au règne végétal la marche de la nosologie humaine; il présenta une histoire des maladies des plantes, bonne dans les détails, mais sans ordre suffisamment méthodique et sans principe précis. Il divise les maladies en neuf classes, savoir :

Les *lésions externes*, les *écoulemens*, les *débilités*, les *cachexies*, les *putréfactions*, les *excroissances*, les *monstruosités*, les *stérilités*; et il traite, dans une sorte d'appendice, des accidens produits par les animaux.

Il est aisé de voir, d'après ce cadre, qu'il est des maladies qu'on ne saurait y placer, telle que la gelivure; et qu'il en est d'autres, telles que celles produites par les champignons parasites, qui se retrouvent dans plusieurs séries.

Un essai du même genre a été fait par M. Philippe Ré, d'abord dans son *Essai de nosologie végétale* (2), puis dans son *Essai sur les maladies des plantes* (3). Il cherche à appliquer au règne végétal les principes généraux de la nosologie humaine, et notamment du système médical de Brown; il divise, en conséquence, les maladies des plantes en cinq classes :

1°. Les maladies constamment *sténiques*;

2°. Celles qui sont constamment *asténiques*;

---

(1) *Physiologia et pathologia plantarum*. 1 vol. in-8°. Viennæ, 1794. Trad. en franç., 1 vol. in-8°, Paris, 1800.

(2) *Saggio di nosologia vegetabile*, in-12, Firenze, 1807.

(3) *Saggio teorico pratico sulle malattie delle piante*, 1 vol. in-8°, Venezia, 1807.

3°. Les *lésions;*

4°. Celles qui peuvent dériver tantôt d'un état *sténique,* tantôt d'un état *asténique;*

Et 5° les maladies *indéterminées.*

Mais il faut avouer qu'à l'exception des lésions qui offrent quelque chose de fixe, les autres classes semblent tout-à-fait artificielles, et les maladies y sont distribuées d'une manière arbitraire. 1° Les monstruosités de tout genre y sont sans cesse mélangées avec les maladies proprement dites. 2° Les maladies produites par les champignons parasites, et celles même qui se ressemblent le plus, sont dispersées dans diverses classes : ainsi, l'influence des érysiphés, confondue avec d'autres faits sous le nom d'*albugine*, fait partie des maladies de faiblesse, aussi bien que le charbon du maïs ; tandis que toutes les maladies analogues, la carie, le charbon, la rouille, etc., sont parmi les maladies indéterminées. 3° Il en est de même des accidens produits par les animaux qui se trouvent dispersés dans la 1re (*Tarlo del pino*, p. 119), dans la 4e (*Instrusione*, p. 328), et dans la 5e classes (*Rachitide*, p. 394). Ces irrégularités tiennent évidemment à la base même de la classification adoptée par M. Ré : il néglige en effet les symptômes les plus évidens et les causes les plus immédiates pour recourir à cette cause générale de l'excitation, dont les effets sont très-difficiles à constater dans les végétaux. Son travail est un des exemples les plus évidens de l'inconvénient de transporter dans le règne végétal, sans un examen très-détaillé, les théories du règne animal. Les plantes sont, en particulier, plus passives que les animaux dans leur manière de vivre; et toutes celles de leurs maladies

qui ne sont pas dues à l'hérédité paraissent rentrer dans l'action variée des corps extérieurs.

L'un des motifs qui m'a le plus engagé à présenter l'histoire des maladies des plantes comme simple conséquence des agens extérieurs, c'est que, même sous le point de vue pratique, c'est sur cette influence qu'il appartient d'appeler l'attention des cultivateurs, plutôt que sur les symptômes extérieurs, souvent très-semblables pour des effets très-divers : un exemple me fera facilement comprendre. On a récemment proposé de désigner sous le nom d'*ochrosie* (1) « une affection caractérisée par les » nuances ochracées des parties aériennes des végétaux, » qui commence par la plus légère dégénération de la » matière colorante, et peut aller jusqu'au blanc le plus » pur. » Mais cette apparence maladive peut être déterminée par des causes très-diverses, savoir : la diminution de la clarté, l'accélération de la végétation par la chaleur, l'influence de la sécheresse et même celle de l'humidité. Le symptôme extérieur est donc ici de peu d'importance; et c'est sur la cause efficiente du mal qu'il convient de porter l'attention du physiologiste et du cultivateur.

Les agens dont l'influence s'exerce sur les végétaux peuvent se ranger sous deux séries : 1° les uns ne sont autre chose que les agens mêmes qui servent à la vie des plantes, tels que la lumière, l'électricité, la chaleur, l'eau, l'air, le sol. Nous aurons à examiner l'influence qui résulte de leur action augmentée, diminuée ou inter-

(1) Barbe, Ann. soc. d'hortic. de Paris, 4, p. 79.

vertie. Sans doute dans cet examen nous serons obligés de répéter certains faits déjà développés dans les livres ou les chapitres précédens; car l'humidité de l'air, par exemple, se présentera à nous, soit en parlant de l'air, soit en parlant de l'eau; mais nous tâcherons de le faire avec assez de brièveté pour que cette répétition devienne utile comme récapitulation, et surtout comme classement d'idées. 2° Il est d'autres agens qui ne sont point nécessaires à la végétation, mais qui atteignent si fréquemment les végétaux, qu'il est nécessaire d'en apprécier l'action : telles sont, par exemple, les influences mécaniques ou chimiques des corps bruts sur les plantes, des végétaux les uns sur les autres, ou des animaux sur les végétaux. Nous examinerons ces diverses influences, et nous citerons à chaque occasion les maladies qu'elles déterminent, et qui ont été spécifiées en détail dans les livres sur la nosologie végétale. Cette marche nous donnera le moyen d'indiquer assez complétement ces diverses maladies, et de nous dispenser d'une foule de noms assez inutiles qu'une imitation irréfléchie de la nosologie animale a fait introduire ici.

Je dois d'avance demander pardon à mes lecteurs de ce que je serai dans le cas de répéter plusieurs choses que j'ai dites dans le cours de cet ouvrage. L'épirréologie est, pour ainsi dire, la contre-épreuve de la physiologie, et tous les faits connus peuvent se ranger sous l'une ou l'autre de ces deux catégories : la manière dont les plantes vivantes agissent sur les élémens extérieurs, ou celle dont les élémens extérieurs agissent sur les plantes. J'ai cru qu'il serait avantageux de présenter les faits sous ce double rapport, non peut-être pour les phy-

siologistes, accoutumés à ce genre de recherches, mais pour les commençans et pour les agriculteurs, qui trouveront, je l'espère, quelque avantage à considérer de nouveau la vie des plantes sous ce point de vue plus spécial et plus pratique. Je dois encore m'excuser de ce que la nature de ce sujet m'a entraîné à faire entrer dans cet ouvrage quelques notions de physique ou d'agriculture générale, qu'on n'a pas coutume de placer dans une physiologie. J'ai cru qu'il ne serait pas sans utilité de montrer par quelques exemples la liaison de cette étude avec d'autres sciences plus générales.

CHAPITRE II.

De l'Influence de la Lumière sur les végétaux.

§. 1. Effets généraux de la lumière.

La lumière est sans doute un des agens généraux de la nature qui a été le plus étudié par les physiciens; mais, si l'on connaît assez exactement un grand nombre des lois qu'elle suit et des résultats de son action, nous sommes encore dans une grande incertitude sur sa nature propre; car les physiciens ne sont point d'accord si elle est une véritable matière émise par le soleil et les corps lumineux, ou si elle est une impulsion analogue aux ondes sonores produite par ces mêmes corps. Laissant de côté ces questions assez peu importantes pour notre but, et nous bornant à observer son effet sur les végétaux, nous verrons que l'action générale de la lumière sur eux est une action excitante, et qu'elle peut se réduire à deux classes principales de faits, savoir : son influence sur le sommeil des feuilles et des fleurs, et celle sur la nutrition proprement dite. Je ne dirai que quelques mots de la première, qui m'a déjà occupé ailleurs, et je m'étendrai un peu plus sur la seconde, qui se lie le plus intimement à notre but.

Les botanistes, avons-nous vu plus haut, désignent sous le nom de sommeil certaines positions que les

feuilles (1) et les fleurs (2) d'un grand nombre de plantes prennent pendant la nuit, et qui sont différentes de celles qu'elles affectent pendant le jour. Ce phénomène diffère cependant tout-à-fait du sommeil des animaux, en ceci, que les feuilles ou les fleurs ont dans leur position nocturne une certaine rigidité qui prouve que cette position n'est point due à un relâchement de leurs forces, comme dans les animaux, et ne peut être attribuée à la fatigue. La chaleur ni l'humidité ne paraissent avoir que peu ou point d'action sur le sommeil des plantes; car toutes celles qui ont été observées sous ce rapport prennent leur position nocturne à toutes les températures où la santé générale de la plante n'est pas trop altérée, et à tous les degrés d'humidité : j'ai vu même des fleurs et des feuilles s'ouvrir et se fermer sous l'eau. Au contraire, la plupart des plantes éprouvent une influence prononcée de l'action de la lumière : presque toutes celles qui changent de position le font au lever et au coucher du soleil, ou à des heures fixes. Je suis parvenu (3) à produire des résultats analogues en exposant les plantes dormeuses à la lumière d'un nombre de lampes suffisant pour égaler à peu près la clarté du jour. En variant les heures d'éclairement et d'obscurité, j'ai vaincu leurs habitudes, et j'ai vu, par exemple, en leur donnant l'obscurité pendant le jour et la clarté pendant la nuit, j'ai vu, dis-je, au bout de quelques jours, une sensitive épanouir ses feuilles le

(1) Voy. liv. IV, chap. VI, art. 1.

(2) Voy. liv. III, chap. II, III, IV.

(3) Voy. les détails de ces expériences dans le 1er volume des Mém. des savans étrangers de l'Institut.

soir, et une belle-de-nuit ouvrir ses fleurs le matin. Quand on expose une sensitive à un éclairage continu, ses feuilles conservent leurs alternatives de clôture et d'ouverture; mais les mouvemens s'accélèrent comme si la plante était dans un état de fièvre continue : il est au contraire certaines plantes sur lesquelles l'action de la lumière est très-faible ou très-lente; telles sont les feuilles des oxalis, ou les fleurs des cistes. Ainsi, quoiqu'on soit loin de pouvoir encore expliquer en détail et ce genre d'action de la lumière, et surtout sa diversité d'effet sur divers végétaux, on ne peut nier cependant que, de tous les agens extérieurs, c'est le seul qui influe sur ce phénomène, comme Hill l'avait jadis soupçonné vaguement (1). Ce changement de position pourrait avoir pour utilité d'abriter pendant la nuit les parties délicates des plantes contre l'humidité ou les accidens extérieurs; la diversité de ces mouvemens est curieuse à suivre sous le rapport botanique; mais je ne lui connais pas encore d'utilité pratique.

Il en est tout autrement de l'action de la lumière sur la nutrition. Celle-ci se compose de trois phénomènes, que nous allons d'abord analyser séparément, et que nous étudierons ensuite réunis tels qu'ils se présentent dans l'état ordinaire des choses. La lumière augmente beaucoup la force de la succion des racines; elle détermine complétement l'exhalaison aqueuse, et elle opère la décomposition de l'acide carbonique dans les parties vertes. Nous avons eu déjà ailleurs les preuves de ces assertions; je les répète succinctement.

(1) Lettre à Linné, Paris, 1773, trad.

Si l'on choisit trois plantes feuillées de même espèce, de même grandeur et de même force, qu'on les place dans trois vases pleins d'eau, l'un à l'obscurité totale, l'autre à la lumière du jour, le troisième au soleil, on trouve que la première pompe très-peu d'eau, la seconde davantage, la troisième beaucoup plus encore. Ces résultats varient selon les espèces et les circonstances; mais il arrive toujours que les plantes exposées au soleil absorbent plus que celles au jour sans soleil, celles-ci plus qu'à l'obscurité, mais que ces dernières pompent cependant quelque chose. Si l'on choisit de même trois plantes semblables, et qu'en les empêchant de rien absorber on les place, après les avoir exactement pesées dans les trois mêmes circonstances, on verra que celle exposée au soleil a perdu une très-grande quantité d'eau, celle au jour simple une moindre quantité, et celle à l'obscurité totale n'en perd presque point tant que la plante ne s'altère pas. Si on les met sous des vases clos, l'eau qui s'en évapore peut être recueillie, et la différence des poids obtenus confirme ces mêmes résultats.

Donc, comme je l'ai prouvé ailleurs en détail, l'action de la lumière augmente la succion (1) et détermine l'évaporation (2); l'obscurité arrête la succion et diminue l'évaporation. Donc les plantes vivantes doivent augmenter de poids pendant la nuit, comme Hales l'a démontré, car elles continuent à absorber et cessent de transpirer; mais ce dont elles augmentent est de l'eau non fixée dans leur tissu, et qui s'échappe par l'action subséquente

(1) Liv. II, c. II.
(2) Liv. II, c. IV.

du soleil. Si au contraire l'obscurité continue, la plante tend graduellement à se remplir d'une trop grande quantité d'eau; elle devient peu à peu hydropique. Par conséquent, la saveur est plus aqueuse, les odeurs plus faibles, la force moins grande, le tissu plus mou, la fibre plus lâche, dans les plantes long-temps exposées à l'obscurité; le contraire a lieu dans celles exposées au soleil. Si l'on veut conserver frais des rameaux détachés d'une plante, il faut les placer à l'obscurité pour diminuer l'évaporation de l'eau : ce que savent très-bien les maraîchers qui veulent conserver des légumes, et les bouquetières qui veulent garder des fleurs. Si, au contraire, on veut dessécher promptement les herbes, il faut les exposer à la clarté du soleil : le foin sèche plus vite exposé au soleil que s'il était à la même température dans un lieu obscur.

Ces considérations sont vraies des feuilles, des branches vertes et des fruits membraneux, et en général des organes qui ont beaucoup de stomates, car c'est par eux que s'opère la transpiration; elles le sont beaucoup moins des feuilles charnues qui ont peu de stomates, et moins encore des fruits charnus, des troncs âgés, ou des végétaux cellulaires qui n'en ont point, parce que leur évaporation se détermine par des lois différentes, où la chaleur et l'humidité jouent un rôle plus important à proportion, et où la lumière a moins d'influence.

Si deux plantes sont exposées, l'une à l'obscurité, l'autre au soleil, dans des vases clos, et dans un air dont la quantité d'acide carbonique est connue, qu'on les retire au bout de douze heures, on trouvera que la première n'a point diminué la quantité ni d'oxigène, ni de

gaz acide carbonique, et que, dans le deuxième vase, au contraire, le gaz acide carbonique a diminué, et la quantité d'oxigène libre a augmenté dans la même proportion. Si on place deux plantes semblables au soleil sous des vases clos, l'une dans un vase dépouillé d'acide carbonique, l'autre dans un air qui en contienne une quantité connue, on trouve que l'air du premier vase ne subit aucun changement, et que celui du deuxième présente un accroissement d'oxigène proportionnel à l'acide carbonique qui a disparu. Si l'expérience se fait avec un très-grand soin, on trouve que la plante analysée a augmenté en carbone d'une quantité proportionnelle. Donc l'acide carbonique qui a disparu a donné son oxigène à l'air et son carbone à la plante, et ce phénomène n'a lieu que par l'action de la lumière.

La conséquence immédiate que nous avons tirée (liv. II, chap. III) de ces faits importans est que, toutes choses étant d'ailleurs égales, la quantité de carbone qui se combine dans un végétal dans un temps donné, est en proportion avec la quantité de lumière à laquelle il a été exposé; mais comme le carbone entre pour une portion essentielle dans la formation des végétaux, il s'ensuit aussi les conséquences remarquables que je vais rappeler.

1°. La matière verte, qui détermine la coloration, renferme beaucoup de carbone; donc plus une plante aura été exposée à la lumière, plus elle aura de matière verte; et en effet, le degré de coloration de toutes les parties vertes des plantes est proportionné à la lumière qu'elles ont reçue : celles qui viennent à l'obscurité totale ont toutes les parties qui devraient être vertes com-

plétement décolorées; celles qui vivent au jour sans soleil direct sont d'un vert pâle, et il n'y a que celles qui sont, au moins de temps en temps, exposées aux rayons directs du soleil, qui aient toute leur verdeur. Ces résultats varient d'intensité d'une espèce à l'autre, mais sont généralement vrais de toutes : ainsi, le degré de lumière qui suffit pour colorer les fougères, ne suffirait pas pour d'autres plantes; mais dans les individus d'une même espèce, la loi se conserve évidemment. Les plantes qui ont besoin de moins de lumière vivent naturellement dans les bois et les lieux peu éclairés.

2°. Les matières résineuses et autres analogues, dans lesquelles résident les odeurs et les saveurs végétales, sont au nombre de celles qui contiennent le plus de carbone dans leur composition chimique; par conséquent, les végétaux qui vivent exposés à la lumière doivent avoir et ont en effet les odeurs et les saveurs beaucoup plus développées; tandis que plus ils vivent dans l'obscurité, plus leur saveur est fade et plus leur odeur est faible. Cet effet est encore augmenté par la quantité d'eau surabondante qui se trouve dans leur tissu. Les plantes qui, par leur structure, sont destinées à former beaucoup de ces matières sapides ou aromatiques, vivent de préférence dans des lieux très-éclairés, et celles qui en ont peu se plaisent davantage dans les lieux obscurs. Le cultivateur doit imiter ces indications naturelles.

3°. Les bois qui contiennent une quantité de carbone proportionnellement plus grande, sont aussi les plus durs, les plus solides et les plus pesans, ceux qui donnent le plus de chaleur lorsqu'on les brûle, ceux qui, par la nature de leur tissu, résistent le mieux à l'action

de l'humidité; tandis que les qualités contraires se remarquent dans les bois qui ont peu de carbone, et qu'on appelle les bois blancs. Par conséquent, quoique chaque espèce de bois ait une qualité qui tient à sa nature, le corps ligneux de chaque arbre s'approchera d'autant plus des qualités des bois durs, qu'il aura vécu mieux exposé à la lumière, et de celle des bois blancs, qu'il aura vécu à l'obscurité. Tous les ouvriers savent que les chênes isolés ont le bois plus dur que ceux qui vivent au milieu des forêts; que les mêmes espèces ont le bois plus solide au midi qu'au nord. Davy (1) a vu que des chicorées élevées comparativement à la lumière du soleil et à l'obscurité contenaient, les premières, 53 parties de fibres ligneuses, et les secondes 31 parties seulement.

4°. Puisque les parties qui combinent plus de carbone deviennent plus dures, elles doivent tendre plus vite à ce degré de solidité qui les empêche de s'alonger; par conséquent, les végétaux fort exposés à la lumière, s'ils sont plus durs, sont aussi proportionnellement plus courts et plus trapus; tandis que ceux qui vivent à une moindre lumière, ou même à l'obscurité, sont nécessairement plus faibles, mais plus alongés : ainsi, les arbres des forêts s'alongent plus que les arbres isolés; les pieds de chanvre serrés dans les chenevières plus que les pieds épars, etc.

Nous avons jusqu'ici isolé par la pensée les divers effets de la lumière sur les plantes; mais ces effets ont lieu tous à la fois dans l'état naturel des choses, et il convient par conséquent de passer en revue l'influence complexe

(1) Chim. agr., 1, p. 283.

que les divers degrés de la lumière exercent sur les végétaux.

§ 2. Effets d'une lumière trop forte.

Supposons des plantes exposées à une très-grande lumière, il en résultera pour elles que toutes leurs parties vertes seront fortement colorées, que leurs saveurs et leurs odeurs seront plus exaltées, que leur bois sera plus dur, que leur tige sera plus rabougrie, que la quantité d'eau qu'elles absorberont par leurs racines sera plus grande, qu'elles craindront plus la sécheresse, que la quantité d'eau qu'elles évaporeront par leurs feuilles sera plus grande, et qu'elles se flétriront plus facilement. Ces effets se remarquent dans les individus des mêmes espèces cultivés ou crus naturellement dans de telles localités, comparés à ceux des localités opposées : ainsi sont, par exemple, les plantes des pays méridionaux comparées à celles des pays septentrionaux : encore faut-il remarquer que, pour ces derniers, la longueur des jours d'été compense la faiblesse des rayons solaires, et explique la rapidité de leur végétation pendant ce temps ; telles sont encore les plantes des montagnes comparées à celles des plaines ; car la moindre épaisseur de l'atmosphère laisse arriver la lumière vers les sommités avec toute son intensité, et donne aux plantes montagnardes toutes les qualités des végétaux fort éclairés : tels sont les sapins des montagnes, dont les ouvriers savent bien que le bois est plus dur, plus résineux et moins corruptible que ceux des plaines ; telles sont encore les plantes crues ou cultivées isolément, comparées à celles qui naissent en sociétés nombreuses.

Lorsqu'une lumière trop vive et toujours accompagnée de chaleur agit sur les ovules ou les ovaires encore jeunes et délicats, il arrive souvent qu'elle les dessèche et les tue : c'est la maladie qu'on a nommée *desséchement des germes*, et un des cas de ce que l'on a nommé *aspermie* ou *oligospermie*.

§. 3. Effets d'une lumière trop faible.

Supposons maintenant des plantes exposées à une lumière plus faible que dans l'état naturel; telles sont, par exemple, celles qui vivent dans des lieux où elles ne peuvent recevoir l'action directe du soleil. Chacun sait, et la théorie l'enseignerait s'il était nécessaire, qu'elles ont un vert plus pâle, une consistance plus faible, des saveurs et des odeurs moins vives, que leurs tiges s'alongent davantage, que tous leurs organes sont en général trop remplis d'humidité, et disposés à l'hydropisie. Cet état, très-variable dans son intensité, est ce qui constitue la maladie désignée dans les livres de nosologie végétale sous le nom de *pâleur* (1). Il est évident que le remède est, quand on le peut, d'augmenter la dose de clarté qui agit sur la plante. Il est inutile de faire observer que tous les degrés possibles de pâleur peuvent se rencontrer depuis la verdeur absolue jusqu'à la blancheur la plus complète.

Les plantes dont le tissu est très-aqueux, telles que les courges et les melons, ont à proportion besoin de plus de lumière que les autres, soit pour exciter l'évaporation de l'eau surabondante, soit pour décomposer le

(1) Ré, *Malatt. delle piante*, p. 147.

gaz acide carbonique, et favoriser la formation des sucs spéciaux : aussi voyons-nous l'illustre horticulteur M. Knight (1) insister particulièrement sur la nécessité d'exposer toutes les feuilles du melon à l'action du soleil.

Allons immédiatement au cas extrême, celui de l'obscurité totale. Tous les effets mentionnés tout à l'heure seront encore plus prononcés; mais il faut ici distinguer deux cas souvent confondus, savoir : celui des parties vertes déjà développées qu'on place à l'obscurité, et celui des plantes ou parties qui naissent à l'obscurité totale.

Une plante développée à la lumière, qu'on porte à l'obscurité totale, cesse tout d'un coup de transpirer, et continue à absorber un peu; par conséquent la quantité d'eau qu'elle renferme va en augmentant, et la met au bout de quelques jours dans un état d'hydropisie; la plante en même temps cesse de décomposer le gaz acide carbonique, et cependant l'oxigène de l'air lui enlève toujours un peu de carbone. Cette double cause de diminution de carbone concourt, avec l'augmentation d'eau, à accroître sa faiblesse : bientôt ses feuilles tombent en se désarticulant, ou pourrissent sur place; et si cet état se prolonge trop, la plante elle-même périt. Cet effet est d'autant plus prompt, que la plante est, par la nature de son espèce, d'un tissu plus lâche ou plus aqueux, et qu'elle végète plus rapidement.

Lorsque le tronc d'une plante ainsi exposée à l'obscurité est assez vivace pour y résister, il pousse de nou-

(1) *Trans. soc. hortic. Lond.*, 1, p. 217.

velles branches, ou les anciennes s'alongent. Ces nouvelles pousses sont dans le même état où se trouveraient de nouvelles plantes développées à l'obscurité totale : tels seraient des individus nés de graines ou produits par une bulbe ou un tubercule. Nous pouvons donc les réunir sous un même chef.

Il est peu de personnes, sûrement point de cultivateurs, qui n'aient vu des tubercules de pommes de terre germer dans une cave. Les pousses qui en naissent offrent des tiges grêles, alongées, flexibles, d'un blanc soyeux, munies de feuilles très-petites, très-écartées et d'un blanc jaunâtre; les pousses qui ont cette apparence sont dites *étiolées*, et le phénomène porte le nom d'*étiolement*, et aussi ceux de *chlorose* (1) ou de *pâleur* (2); mais ce dernier s'applique surtout aux cas où l'étiolement est incomplet. L'étiolement était déjà connu d'Aristote, qui l'a assez bien décrit, mais qui a eu le tort de croire que les racines doivent leur pâleur à leur position souterraine; car elles ne verdissent point quand on les expose à la lumière, et celles qui y naissent y naissent blanches. Ce fut le botaniste Jean Ray qui, le premier parmi les modernes, remarqua l'étiolement; Ch. Bonnet qui constata qu'il était dû à l'obscurité; Meese et Senebier qui en analysèrent la cause et les circonstances.

Les plantes étiolées tirent l'eau du sol par leurs racines; mais elles ne décomposent point, ou presque point, d'acide carbonique, de sorte qu'on n'y trouve que très-peu de carbone. Si on analyse un pied de pomme de

(1) Ré, *Saggio di nosolog. veg.*, p. 23.

(2) Ré, *Malatt. delle piante*, p. 147.

terre où de haricot ainsi développé, on n'y trouve que la quantité de carbone qui existait primitivement dans le tubercule ou la graine qui leur a donné naissance. Ce carbone se trouve pour ainsi dire délayé dans une immense quantité d'eau. Si on expose les plantes étiolées à la clarté du soleil, elles se colorent peu à peu, parce qu'elles commencent à décomposer du gaz acide carbonique et à fixer du carbone. Il leur faut environ deux jours pour prendre une teinte verte bien prononcée. L'alongement de leur tige reste sans changement dans la partie développée; mais les branches qui naissent ensuite reprennent leur dimension naturelle. Je suis parvenu à colorer assez bien des plantes étiolées avec la lumière des lampes. Une feuille à moitié développée au jour et qui achève de grandir à l'obscurité, devient pâle, parce que sa chromule verte, qui n'augmente plus en quantité, se délaye dans une plus grande quantité d'eau.

Tout ce que je viens de dire des effets de la lumière est uniquement relatif aux parties vertes des plantes; toutes les autres ne sont altérées par l'obscurité que par suite de l'altération des parties vertes : ainsi les vieux troncs ne craignent point l'obscurité. Les corolles naissent colorées à l'obscurité totale; mais cependant elles paraissent souffrir de cette position, probablement par suite de la souffrance des parties vertes qui les entourent de si près, et servent à leur nourriture. Les fruits se colorent mal à l'obscurité, peut-être par la même cause plutôt que par un effet direct.

§. 4. Effets d'une lumière inégalement répartie.

Je n'ai parlé jusqu'ici que des effets généraux de la lumière sur les plantes soumises à son action dans leur position naturelle; mais tous les mêmes effets peuvent avoir lieu d'une manière purement locale. Une branche, une feuille plus exposée à la lumière que sa voisine, décomposera plus de gaz acide carbonique, transpirera plus, et par conséquent la racine qui lui correspond absorbera davantage : ainsi, tous les effets sur la coloration, la consistance, la saveur, l'odeur, l'alongement, que nous avons fait remarquer sur les végétaux en masse, pourront se retrouver sur chacune de leurs parties. Une plaque opaque posée sur une feuille qui se développe, conserve cette partie étiolée, tandis que tout le reste se verdit; le côté d'une tige ou d'un fruit qui ne reçoit pas le soleil, peut être dans un état d'étiolement plus ou moins prononcé, tandis que le côté opposé sera dans l'état contraire. Il n'est personne qui n'ait remarqué ce fait dans les fruits de nos espaliers. De plusieurs feuilles qui se recouvrent, comme dans le chou pommé, les extérieures seront vertes et les intérieures étiolées : ainsi, l'étiolement est un phénomène qui, selon les circonstances, peut être général ou local, et qui présente, comme la cause qui le produit, tous les degrés possibles d'intensité. Suivons les conséquences importantes d'un fait aussi simple.

Qu'une tige ou une branche encore verte soit placée de manière à recevoir plus de lumière d'un côté que de l'autre, qu'arrivera-t-il? Le côté le plus éclairé combi-

nera plus de carbone; il deviendra plus dur et s'alongera moins; le côté le moins éclairé, fixant moins de carbone, sera moins dur et s'alongera davantage : mais les deux côtés d'une même branche ne peuvent pas se séparer l'un de l'autre pour croître chacun à leur façon, et il faudra nécessairement que la branche se courbe du côté où elle s'alonge le moins, c'est-à-dire du côté le plus éclairé. C'est ce qu'on voit facilement dans les plantes qui croissent dans les appartemens ou dans les serres, ou dans les clairières des forêts et dans les espaliers éclairés d'un seul côté, et c'est ce qu'on désigne ordinairement en disant que les plantes se dirigent vers la lumière; fait que les nosologistes ont classé parmi les déformations (1).

On a voulu assigner des causes mystérieuses à cette direction des tiges, et l'assimiler à une espèce d'instinct végétal; mais tout ce merveilleux disparaît devant la simple observation des faits. Quelques-uns disent que les sciences tendent ainsi à désenchanter la nature. Je ne sais si je me trompe, mais il me semble que l'imagination est plus satisfaite en voyant des faits, en apparence très-disparates, rentrer sous une loi commune, qu'en étant obligé de chercher une cause spéciale pour chaque fait.

Il est si vrai que la direction des tiges vers la lumière est due à la cause que je viens d'indiquer, que le changement de direction a lieu seulement dans les parties susceptibles d'étiolement. Ainsi toutes les branches des végétaux qui ne sont pas vertes ne se dirigent point vers

(1) Voy. liv. IV, c. V, § 2.

la lumière, et celles qui semblent le faire ont pris cette direction dans l'époque de leur vie où elles étaient vertes. Les végétaux dont la tige, quoique flexible, n'est jamais verte, tels que la cuscute et certains champignons, par exemple, ne se dirigent point vers la lumière.

Nous avons vu ailleurs que cette direction des branches vers la lumière explique l'alongement des branches inférieures des arbres et les déformations qu'on observe dans les forêts, les espaliers, les serres, etc.

§. 5. Conséquences pratiques de ce chapitre.

On a pu remarquer en lisant ce chapitre que la plus grande partie des effets que les jardiniers et les paysans attribuent à l'air, appartiennent réellement à l'action de la lumière. Il ne sera peut-être pas inutile de passer rapidement en revue, sous ce rapport, quelques-unes des conséquences pratiques des lois et des faits que nous venons de signaler.

Les saveurs et les odeurs des plantes sont moins développées dans la jeunesse des individus que dans l'état adulte, parce que la lumière n'a pas encore eu le temps d'agir suffisamment ; elles le sont davantage sur les montagnes ou dans les lieux très-éclairés, que dans les plaines ou les lieux obscurs. Or, toutes les fois qu'on cultive ou qu'on cueille une plante sous ces rapports, on doit la placer ou la choisir bien exposée à l'action du soleil. C'est en partie à cette cause qu'est due l'utilité des espaliers pour les arbres fruitiers. Lors, au contraire, qu'il s'agit de plantes dont la saveur ou l'odeur sont naturel-

lement trop fortes, on prend les précautions contraires. Ainsi tantôt on les cueille assez jeunes pour que leur saveur soit peu développée; ainsi, par exemple, les jeunes pousses du houblon et des asperges sauvages sont mangeables, tandis qu'à un âge avancé leur amertume serait désagréable; tantôt on accroît cet effet en les abritant dès leur naissance de l'action de la lumière; ainsi les Anglais recouvrent d'un vase opaque les jeunes pousses du *crambe maritima* (qu'ils nomment *sea-keel*), pour en adoucir la saveur, en la rendant plus aqueuse et moins aromatique; ainsi nos jardiniers font, comme ils disent, blanchir le céleri ou les cardons dans le même but; ainsi nous avons choisi parmi les variétés du chou celles dont les feuilles, en se recouvrant les unes les autres, étiolent la partie intérieure de la tête, et adoucissent ainsi sa saveur; ainsi dans l'artichaut nous choisissons pour notre aliment la partie qui, abritée par les écailles, reçoit le moins l'action du soleil, et ne participe pas à l'amertume de toutes les parties extérieures.

Il en est de même pour ce qui tient à la consistance des organes. Avons-nous intérêt à obtenir des bois très-durs? il faut les chercher dans les lieux les plus éclairés et les plus élevés, et choisir les arbres qui ont cru isolés. Si, sans égard à la dureté, nous voulons des bois longs et droits, il faut les chercher dans les forêts, dont les arbres ont tous grandi à la fois, serrés les uns contre les autres; tous se sont alongés, parce que leur cime s'est dirigée également vers la lumière, et leur tronc a pu prendre un alongement d'autant plus grand, que, par leur rapprochement ils se maintiennent tous les uns les autres contre l'effort des vents.

Des observations analogues ont lieu sur des plantes herbacées : dans les prairies où l'herbe est rare, elle est plus dure et plus savoureuse ; lorsqu'elle est très-touffue, elle est en même temps plus alongée, plus aqueuse et moins aromatique. Dans les chenevières, si l'on veut avoir du chanvre fort, mais plus court, il faut en espacer les pieds. C'est en partie pour cette cause que les pieds destinés à porter graines, qu'on laisse après l'arrachement des mâles, donnent un fil plus fort. Si on veut, comme c'est le cas ordinaire, l'avoir plus long, quoique plus faible, il faut semer les pieds fort serrés pour qu'ils s'étiolent réciproquement. C'est à force d'opérer ce genre d'étiolement qu'on parvient, dans la Belgique, à obtenir un lin d'une finesse extraordinaire, et destiné à la fabrication des dentelles.

C'est en grande partie à la même cause qu'on doit attribuer la vigueur de végétation que présentent les pieds du bord des forêts ou du bord des champs, toujours plus forts que ceux du centre. La méthode de Tull, qui consiste (1) à diviser un champ en bandes fort étroites, alternativement semées chaque année ou laissées en repos, a pour principe de faire que la totalité du champ reçoive également l'action de la lumière. *Mon champ est tout bord*, me disait un cultivateur intelligent qui avait suivi cette méthode, et qui trouvait que la mieux-value de son grain devenu plus gros et plus pesant payait amplement l'accroissement de main-d'œuvre qu'elle exige.

---

(1) Je fais abstraction de la prétention de se passer de tout engrais, que Tull avait jointe au procédé fondamental, et qui a été la vraie cause du peu de succès qu'a obtenu celui-ci.

Enfin il est aisé, lorsqu'on est pénétré de l'importance de la lumière dans l'acte de la végétation, de comprendre l'état de souffrance des plantes qui en manquent : telles sont les plantes des serres ; une partie essentielle de la construction de celles-ci consiste à les bien éclairer ; et lorsqu'on ne craint pas une augmentation de chauffage, on se trouve bien, pour la santé des plantes, d'avoir des serres éclairées de tous côtés. Dans les conservatoires des maisons bourgeoises, il arrive beaucoup plus souvent que les plantes souffrent de l'obscurité que du froid ; et quand elles y gèlent, c'est le plus souvent parce que le froid les trouve à moitié étiolées ou gonflées d'eau, et par conséquent dans l'état où elles sont le plus sensibles à son action. Dans les serres des pays du nord, la longueur de l'obscurité accroît beaucoup la souffrance des plantes ; et aujourd'hui que, d'un côté, l'on sait que la lumière artificielle agit sur la végétation comme la lumière naturelle, que, de l'autre, on possède par la décomposition de la houille ou du bois des moyens d'éclairer et de chauffer en même temps, je ne doute pas qu'il ne fût possible de combiner, sans trop de frais, la structure des serres du nord, de manière à pouvoir y imiter la clarté du soleil, comme on a déjà su y concentrer la chaleur et la remplacer.

CHAPITRE III.

De l'Influence de l'Électricité sur les végétaux.

L'influence de l'électricité sur les végétaux est peut-être d'une grande importance; mais il faut avouer que les connaissances acquises à ce sujet sont encore bien vagues, bien incertaines, et que la plupart des expériences faites jusqu'ici n'ont pas été conduites de manière à ce qu'on pût en espérer de grands résultats, si réellement il y en a à espérer. Nous pouvons rapporter les faits observés et les tentatives faites par divers savans à trois classes : l'électricité atmosphérique, l'électricité artificielle ordinaire et l'électricité voltaïque.

§. 1. Électricité atmosphérique.

Quelques faits observés, soit dans la culture des plantes, soit dans la végétation spontanée, peuvent faire penser que l'électricité atmosphérique agit sur la végétation, et que les ruptures d'équilibre de cette électricité peuvent avoir une influence active sur le développement des végétaux. Ainsi, la plupart des agriculteurs, et même le sage Duhamel, observent que les temps orageux sont ceux où la végétation est la plus active, et que les années orageuses sont le plus souvent celles où les récoltes sont

les plus belles. Il est disposé aussi à rapporter à cette cause la supériorité incontestable des pluies, et surtout des pluies d'orage, sur les arrosemens pour l'accélération de la végétation (1). Berthollon assure en particulier (2) que le houblon manqua en 1780, où il tonna fort peu, et réussit très-bien en 1781, où il tonna beaucoup. Il observe encore que les arbres mutilés par suite de la foudre ou de la grêle repoussent peu après avec une vigueur singulière.

Je suis disposé à croire à cette influence générale, sans nier que ces argumens sont bien vagues. En effet, si les années orageuses sont plus productives, cela pourrait bien tenir seulement à ce que des alternatives fréquentes de pluie et de soleil sont plus profitables à la végétation que des pluies continues ou de la sécheresse continue. Si la pluie est plus avantageuse que l'arrosement, on peut l'expliquer en remarquant que la pluie est presque toujours chargée de matières organiques favorables à la nutrition des plantes, qu'elle est toujours plus abondante que les arrosemens, et qu'elle humecte non-seulement le pourtour de la racine comme l'arrosement, mais le terrain et l'air avoisinant. Si le houblon a manqué ou réussi une certaine année, il faudrait évidemment une série régulière et concordante d'observations de ce genre pour y ajouter quelque foi. Si enfin les arbres mutilés par des causes qui tiennent à l'électricité poussent avec rapidité, on le voit également sur ceux qui, étant mutilés par d'autres

(1) Physique des arbres, 2, p. 269.
(2) Electr. des végétaux, p. 29, 30, 35.

causes, se trouvent dans une situation favorable quant à la chaleur et à l'humidité.

Si nous cherchons des faits plus précis, nous en trouverons, mais en petit nombre. M. Buissart, cité par Bertholon (*l. c.*, p. 62), a vu qu'une trombe qui eut lieu en Artois, le 21 juillet 1777, en passant près d'un jardin à la Bassée, avait fait pousser prodigieusement des oignons, et que cette poussée accidentelle était noirâtre et comme brûlée. Duhamel (*l. c.* 2, p. 269) a remarqué que, dans un temps couvert et disposé à l'orage, un brin de froment épié s'était alongé en trois jours de plus de 3 pouces, un brin de seigle de 6 pouces, et un sarment de vigne de près de 2 pieds dans le même temps. J'ai vu moi-même, à l'approche d'un orage, un jet de vigne s'alonger d'un pouce et demi en deux heures. Lefébure (1) a vu des grains de rave germer en 30 heures, et même en 24 heures, par un temps orageux, tandis qu'à l'ordinaire elles demeurent un temps plus long. Huber (2) assure que la sécrétion du nectar est plus abondante dans les temps orageux, où l'atmosphère est très-chargée d'électricité.

Ces faits sont difficiles à bien observer, parce qu'on est pris au dépourvu par les orages, et qu'on a rarement la présence d'esprit de les mesurer exactement : ils laissent toujours un peu de doute, parce qu'il est difficile d'isoler par la pensée l'effet de l'électricité de celui de la chaleur et de l'humidité qui s'y joignent le plus souvent. Il me semble cependant qu'ils tendent à prouver, au

(1) Exp. sur la germin., p. 136.

(2) Mém. sur les abeilles, éd. 1814, vol. 2, p. 72.

moins d'une manière vague, l'influence de l'électricité atmosphérique sur la végétation.

Une influence évidente, mais en sens contraire des précédentes, a été observée sur les champignons; les maraîchers de Paris, qui se livrent à la culture des champignons de couches (*agaricus campestris*), m'ont assuré que les tonnerres tuent les champignons des couches en plein air, et ils les placent dans des caves et mieux encore dans les catacombes pour éviter cet effet. J'ai vu une culture de ce genre établie dans une carrière du faubourg Saint-Jacques qui offrait deux étages; le cultivateur m'assura que, dans l'étage supérieur, le tonnerre tuait encore quelques champignons, mais jamais dans l'étage inférieur. Je rapporte ces faits sans les garantir; mais la dépense que ce jardinier faisait pour descendre son fumier dans les catacombes, et l'air joyeux avec lequel il désirait le tonnerre pour tuer les couches de ses concurrens, me persuadèrent au moins de la sincérité de son récit.

Sans prétendre expliquer en détail une action encore si mal connue, on ne peut s'empêcher de remarquer que les végétaux, par suite de leurs ramifications indéfinies et de toutes les pointes qu'ils présentent, sont doués à un degré très-marqué, de la faculté de soutirer l'électricité de l'atmosphère: H. B. De Saussure (1) l'a observé d'une manière générale, et M. Astier (2) l'a récemment affirmé des épines : ce fait est conforme à l'effet des pointes dans les expériences électriques; le tissu du vé-

(1) Cité par Senebier, Physiol. végét., 3, p. 346.
(2) Ann. soc. linn. de Paris, 1825, p. 566.

gétal, toujours plus ou moins imbibé d'humidité, explique très-bien comment les troncs vivans des arbres conduisent au sol cette électricité soutirée de l'air.

M. Dan. Colladon (1) fait observer que ce seul fait, bien connu et bien avéré, suffit pour prouver l'absolue inutilité des paragrêles métalliques, qu'on avait proposé, dans ces dernières années, d'élever dans les champs et les vignes. Puisque la grêle tombe souvent sur des arbres qui présentent des milliers de pointes, comment pouvait-on croire qu'une seule pointe isolée mettrait à l'abri le terrain qui l'environnait? Une foule d'autres objections théoriques se joignaient à cet argument: l'expérience les a ensuite confirmées, et a prouvé que la grêle tombait tout aussi bien sur les vignes munies de paragrêles que sur les autres.

S'il est vrai, comme on assure en avoir une expérience populaire dans le Tennassée (2), et comme l'a annoncé M. Horneman dans la réunion des naturalistes, qui eut lieu à Berlin en 1830, que le hêtre n'est jamais frappé de la foudre, et que s'il se trouve un chêne isolé dans une forêt de hêtres, c'est le chêne seul qui est frappé; si le fait, dis-je, est réellement constaté, ne pourrait-il point faire penser que les diverses espèces d'arbres sont à des degrés inégaux conducteurs de l'électricité? et n'indiquerait-il pas la convenance de tenter quelques séries d'expériences ou d'observations sur ce sujet?

Ce passage du fluide électrique, des extrémités aériennes des végétaux jusqu'à leurs racines, se lie-t-il avec l'accé-

(1) Séances de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, 1827.

(2) Cultivateur, sept. 1831, p. 144.

lération d'accroissement observée dans les temps d'orage? Y a-t-il, dans d'autres cas, passage au travers des végétaux de l'électricité de la terre pour se répandre dans l'air? Ce sont des questions qui restent sans réponse.

§. 2. Électricité artificielle.

Dès qu'on a été en possession de machines propres à développer de l'électricité, on a cherché à examiner l'effet de cet agent sur la vie végétale. Plusieurs physiciens, parmi lesquels il suffira de citer Jalabert, Nollet, Mainbray, Achard, Bertholon, Gardini, Van-Marum, ont assuré que des plantes vivantes, exposées à un bain électrique plus ou moins continu, germaient plus vite qu'à l'ordinaire, et s'alongeaient davantage que celles qui n'étaient pas soumises à cette influence. Au contraire, Ingenhousz, van Trootswyck, Sylvestre, Senebier, n'ont point aperçu d'accélération sensible dans la végétation des plantes électrisées. J'ai partagé le doute de ces derniers physiciens dans quelques expériences que j'ai tentées jadis sur ce sujet; mais si cet effet général d'accroissement laisse du doute, voyons si nous trouverons plus de précision en examinant l'effet de l'électricité de nos machines ordinaires sur certaines fonctions spéciales.

On a assuré que les plantes électrisées acquièrent un vert plus intense, ce qui supposerait que cette action favorise la décomposition du gaz acide carbonique. Bertholon et Vassali assurent formellement cet accroissement de verdeur dû à l'électrisation. Gardini assure que l'air renfermé dans une cloche, avec une plante qu'on électrise, devient meilleur; mais, quant à moi, je ne

l'ai point observé; j'ai tenté d'électriser des plantes isolées, et ne les ai point verdies; j'ai électrisé des feuilles vertes à l'ombre, et n'ai point obtenu d'exhalaison d'oxigène. Je remarquerai de plus que Bertholllon, dans sa prévention générale en faveur de l'électricité, affirme à la fois l'alongement et la verdeur plus intense des plantes par l'effet de l'électricité, et qu'en général ces deux effets sont inverses l'un de l'autre.

On a dit que l'électricité accélère la transpiration insensible des végétaux; d'où résulte qu'une plante électrisée perd un peu plus de son poids dans un temps donné qu'une plante non électrisée. Cet effet est très-variable dans son intensité; mais je l'ai observé assez fréquemment. J'ai vu des plantes perdre en quelques heures d'électrisation une quantité supérieure du quart ou du tiers à celle d'une plante non électrisée; souvent, lors du moins qu'on en tire des étincelles, on voit sortir de petites gouttelettes d'eau; mais presque toujours le tissu de la cuticule est rompu dans cette sortie de l'eau à l'état liquide. Cet accroissement d'évaporation serait assez bien d'accord avec l'alongement observé dans les effets de l'électricité atmosphérique; mais il aurait besoin d'être soumis à de nouvelles recherches, car de pareilles expériences comparatives sont délicates à débarrasser de toutes les causes d'erreurs.

On a dit enfin que l'électricité agissait sur l'excitabilité végétale; mais on s'est souvent appuyé, dans cette assertion, sur des faits qui ont été reconnus faux: ainsi, quoiqu'on en ait dit, il est certain que les substances conductrices ou non conductrices de l'électricité ont le même effet pour exciter les mouvemens des sensitives, des éta-

mines de herberis, etc. M. de Humboldt (1) a vu en particulier que de fortes étincelles à travers les fleurs de l'épine-vinette, au moment où les étamines étaient appliquées sur le pistil, les forçait à se redresser; mais on ne pouvait plus les déterminer à s'en rapprocher; elles avaient perdu leur excitabilité. Le fait le plus curieux à ce sujet est l'observation de Van Marum, que les euphorbes sont tuées immédiatement par une décharge de la grande batterie taylorienne, et que, lorsqu'on les coupe après leur mort, le suc laiteux ne coule plus ou presque plus par la blessure. Ce fait semble confirmer celui que j'ai cité plus haut sur les champignons. L'instantanéité de la mort doit faire présumer qu'elle est due à la destruction de l'excitabilité; et on peut augurer de là, mais d'une manière indirecte, que si l'électricité à forte dose nuit à l'excitabilité, elle pourrait bien la favoriser lorsqu'elle est à faible dose.

§. 3. Electricité voltaïque.

L'électricité, telle qu'elle est développée par les appareils voltaïques, semblerait, à raison de sa continuité, devoir agir sur les plantes avec plus d'intensité que celle des machines à frottement. Mais je ne connais encore aucune expérience précise qui constate cet effet. Nasse (2) a vu que les étamines de l'épine-vinette sont mises en mouvement par le galvanisme, et que cet effet a égale-

(1) *Handb*, 1 *th.*, p. 307; Ann. sc. nat., 15, p. 71.

(2) Dans les Annales de Gilbert, 1812, vol. 41, p. 393; cité par M. Gœppert, Ann. des sc. nat., 15, p. 72.

ment lieu lorsque l'intérieur du pédoncule est mis en rapport avec le pôle positif d'une pile assez forte, tandis que le pôle négatif touche l'extrémité du pétale ou l'inverse.

Depuis l'époque où l'on a commencé à voir l'effet de la pile voltaïque, on a conçu l'idée que les décompositions de matières variées qu'on obtient dans cet appareil pourraient bien s'exécuter dans les corps organiques par des effets électriques analogues, et on a cherché dans cette classe de faits, tantôt la solution des phénomènes nerveux des animaux, tantôt celle des sécrétions des organes glandulaires des deux règnes. Déjà dans le règne animal, ces idées, quoique encore vagues, ont fait découvrir quelques faits curieux : on peut soupçonner qu'un jour elles deviendront applicables au règne végétal ; mais les écrits publiés à ce sujet sont encore trop incohérens et trop hypothétiques pour que je croie devoir en parler ici. Ainsi, M. Du Petit-Thouars (*Essai* IXe) a prétendu que toute la végétation se réduisait, pour ainsi dire, à l'action de deux piles voltaïques : l'une agissant dans le sens vertical, et l'autre dans le sens horizontal, en suivant les rayons médullaires ; mais il ne donne aucune preuve de cette assertion. A plus forte raison, je n'aurai pas même besoin de m'excuser, si je passe entièrement sous silence les prétentions de quelques partisans du magnétisme animal, qui, tantôt sous ce nom, tantôt sous celui d'électricité animale (1), ont prétendu que la volonté de l'homme

(1) Amoretti, *della Rabdomanzia ossia elletrometria animale*, 1 vol. in-8°, Milano, 1808.

pouvait, par l'action du fluide nerveux, agir sur la végétation.

En résumé, il me paraît probable que l'électricité excite, à certaines doses, la vie végétale, et accélère, dans des circonstances données, la succion et l'évaporation. Mais ce sujet aurait besoin d'être éclairé par des expériences précises, dirigées par un physicien accoutumé aux phénomènes de la vie végétale.

CHAPITRE IV.

De l'Influence de la Température sur les Végétaux.

Si la nature propre de la lumière est peu connue des physiciens, il en est de même de l'agent qui produit la chaleur. Le calorique est-il une matière proprement dite ou une espèce de vibration ou de mouvement ? C'est ce que nous ignorons encore; et si nous en parlons habituellement comme d'une matière subtile, c'est uniquement pour la commodité du langage. Dans ce sens, nous disons que le calorique est un fluide impondérable et invisible qui existe partout, tantôt combiné avec les corps dans un état latent, et qui alors n'est pas appréciable par nos sens; tantôt libre, et alors il produit la température, c'est-à-dire détermine sur tous les corps, à divers degrés, la contraction et la dilatation, et sur nous-mêmes la sensation du froid ou de la chaleur. La température est, comme on sait, mesurable par l'instrument appelé thermomètre, de la construction duquel nous avons pris l'habitude d'appeler dégrés de chaleur ceux qui sont plus chauds que ce qui est nécessaire pour fondre la glace fondante, et degrés de froid ceux qui sont moins chauds que la glace fondante. Si le calorique latent a quelque action sur la végétation, ce ne peut être que d'une manière très-compliquée, et qui nous est presque inconnue. Nous

nous bornerons donc à étudier le calorique libre où la température, qui est, comme chacun sait, l'une des causes les plus importantes de toutes celles qui agissent sur les végétaux.

§. 1. Action générale de la température.

L'action de la température sur la végétation se range sous deux chefs généraux (1), savoir, son influence sur les propriétés vitales des plantes, et son action sur la partie purement matérielle, soit du végétal lui-même, soit des milieux qui l'entourent.

Quoi qu'il fût plus rigoureux de suivre l'ordre inverse, disons de suite quelques mots du premier objet, malheureusement le plus obscur. En général, on remarque que, entre certaines limites qui n'altèrent pas sensiblement les êtres considérés comme corps matériels, la chaleur tend à exciter, et le froid à amortir les propriétés vitales des êtres vivans. Cet effet est très-frappant dans les végétaux : ainsi, toutes les choses étant d'ailleurs égales, une température chaude augmente la succion par les racines et l'évaporation des parties foliacées; elle assure et accélère la germination, la fleuraison, la fécondation, la maturité; elle rend plus rapides les mouvemens des parties qui en sont susceptibles; elle perfectionne les combinaisons, d'où résulte la formation des sucs propres. Une température froide produit les résultats inverses : chaque espèce de plante a, sous ce rapport, une susceptibilité qui lui est propre; de telle sorte que le même de-

(1) Voy. Flore franç., 1er vol., princ. de botan., p. 201.

gré de chaleur qui suffit pour développer telle graine ou telle fleur, ne suffit pas pour telle autre. C'est à cette cause, qui tient à la nature propre des espèces végétales, et qui nous est par conséquent inconnue, qu'il faut attribuer les inégalités des époques de la végétation et les différences de climat nécessaires à certains végétaux, entre lesquels nous n'apercevons souvent que des différences de structure très-légères, et insuffisantes pour rendre raison de la diversité de leur végétation. C'est par suite de cette susceptibilité propre que certains végétaux, en apparence très-robustes, ne commencent à bien végéter qu'à certains degrés de chaleur. L'habitude paraît, à ce qu'il semble, étendre un peu les limites entre lesquelles ils peuvent prospérer, mais d'une quantité très-bornée; et il reste vrai de dire, en général, que chaque espèce végétale a besoin d'un certain degré de température pour que son tissu soit excité au point de permettre son développement.

Quant à l'action purement physique de la température, nous en connaissons mieux et la nature et les conséquences : soit que nous la considérions dans son effet sur les végétaux eux-mêmes, ou sur les milieux qui les entourent, nous voyons à chaque instant son importance. Quand la température s'élève graduellement, toutes les parties tendent à se dilater : l'évaporation des liquides, et par conséquent la succion, s'accélèrent; la putréfaction et la fermentation des matières contenues dans le terreau se développent de manière à rendre les sucs absorbés plus nutritifs. Mais si la chaleur devient trop forte, il en résulte le desséchement, si l'eau ne peut se renouveler, et quelquefois la pourriture, si la quantité

d'eau est intarissable. Une température trop basse contracte tous les organes, diminue l'évaporation, et par conséquent la succion. Si elle descend au-dessous de la congélation, elle solidifie d'abord l'eau située à l'extérieur du végétal, et arrête d'autant la nutrition; puis elle atteint les liquides aqueux renfermés dans le tissu végétal; en les congelant elle les dilate : de cette dilatation résulte la mort du végétal ou du fragment de la plante où elle a lieu, soit, comme l'ont cru plusieurs auteurs, par la rupture des cellules et des vaisseaux (fait que les recherches récentes de M. Gœppert (1) rendent au moins très-douteux), soit par la dénaturation des sucs eux-mêmes que la gelée tend à séparer en parties plus ou moins susceptibles de congélation, soit simplement par un effet vital sur le tissu des cellules.

Nous avons vu (liv. IV, ch. VI) que si l'on fait exception du cas très-spécial de la chaleur développée par quelques plantes dans leur fleuraison (2), rien ne prouve que dans le cours ordinaire de la végétation les plantes élèvent ou abaissent par elles-mêmes leur température. Un arbre, avons-nous dit plus haut (3), est plongé dans le sol par ses racines; celles-ci pompent une sève qui est plus chaude que l'atmosphère en hiver, plus fraîche en été; cette sève tend donc continuellement à mettre le tronc de l'arbre en équilibre avec le sol; et comme les

---

(1) *Uber die warme entwickelung in der Pflanzen*, 1 vol. In-8°, 1830, Breslau. J'ai le regret de n'avoir reçu cet ouvrage qu'au moment même où je livre ce chapitre à l'impression, et de n'avoir pu en tirer autant de parti que je l'aurais désiré.

(2) Liv. III, c. III, art. 6.

(3) Liv. IV, c. VII.

liquides ne transmettent leur chaleur propre qu'avec difficulté, chaque molécule arrive dans le tronc à peu près avec la chaleur qu'elle avait dans le terrain. En été elles arrivent plus fraîches que l'air extérieur, et la fraîcheur de l'arbre est encore augmentée par l'évaporation des feuilles (1); en hiver elles arrivent plus chaudes que l'air, et cette température se maintient, soit parce qu'alors il y a très-peu d'évaporation, soit parce que la structure du tronc est toute de nature à mettre obstacle au passage du calorique par communication. En effet, les liquides ne vont point ou presque point du centre à la circonférence: le calorique marche plus lentement dans le sens transversal que dans le sens longitudinal du bois (2). Les corps ligneux et corticaux sont formés de couches ou cônes superposés qui forment autant d'obstacles pour le calorique. Les matières ligneuses sont, par leur nature propre, de mauvais conducteurs de calorique, et l'état souvent charbonné de l'écorce augmente les difficultés qui s'opposent à son passage. Ainsi, sans rien admettre que de conforme aux faits et aux théories les plus certaines, sans introduire dans la physiologie végétale des actions compliquées, comme celles qu'exécutent les grands animaux, on voit très-bien pourquoi l'intérieur des végétaux est plus frais que l'atmosphère en été et plus chaud en

(1) M. Schubler a observé que, le 8 juillet, la température était de 18,8° R., et que, dans les jours précédens, elle varia de 17 à 24°, et cependant la température intérieure d'un arbre ne s'éleva pas au-delà de 15 à 16°.

(2) Aug. De la Rive et Alph. De Candolle, Mém. soc. de Genève, vol. 4, p. 71.

hiver. Suivons les conséquences et les détails de ce fait et de son explication.

Ce n'est pas sur la fibre végétale ou sur la partie solide du végétal, que, comme nous venons de le voir, s'exerce l'action la plus évidente de la température, mais bien sur les liquides : ainsi, moins il y aura de ces derniers dans un végétal, moins il sera sensible à l'action de la température, parce qu'il y aura moins d'eau à évaporer par la chaleur, ou à geler par le froid. Les graines mûres qui ne contiennent point d'eau liquide ont résisté à des degrés excessifs de froid sans geler, et à tous les degrés de chaleur qui ne les charbonnent pas, tandis que ces mêmes graines souffrent beaucoup du froid et du chaud avant leur maturité, ou après leur germination, époques où elles renferment plus ou moins d'eau. Le bois ou les couches extérieures de l'écorce qui contiennent l'un et l'autre peu d'humidité, résistent bien au froid, tandis que l'aubier, et surtout le liber, en sont facilement altérés. Cette altération est plus forte encore dans les feuilles, les jeunes pousses, les fleurs, les fruits charnus. De ces faits nous avons pu (1) conclure cette première loi, que toutes choses étant d'ailleurs égales, *la faculté de chaque plante et de chaque partie d'une plante pour résister aux extrêmes de la température, est en raison inverse de la quantité d'eau qu'elle contient.* Ainsi, les gelées d'automne font moins de mal que celles de printemps, parce que les plantes étant, comme on dit, plus *aoûtées*, contiennent proportionnellement moins d'eau dans les mêmes organes. Des plantes exposées quelques jours dans une serre bien

(1) Flore franç., éd. 1805, vol. 1, p. 201.

chaude gèlent plus facilement que celles qui sortent d'une température plus élevée, parce qu'elles ont leur tissu plus rempli d'eau. Un hiver très-rigoureux est moins redoutable après un été très-chaud qu'après un été pluvieux, parce que le bois est mieux aoûté. Dans les pays très-froids, comme la Suède, on effeuille les arbres à l'approche des gelées, parce qu'on diminue par-là l'ascension de la sève, et par conséquent la quantité d'eau des jeunes pousses. Les arbres ou les rameaux chargés de leurs fruits, comme on l'a remarqué souvent sur les orangers dans la rivière de Gênes, gèlent plus facilement que ceux qui en sont dépouillés, parce que les fruits attirent la sève dans les branches. Les arbres gèlent plus facilement dans les terrains gras et humides que dans les sols secs, après les temps pluvieux que dans les temps secs. Les gelées du printemps sont plus dangereuses pour les arbres précoces et dans les expositions méridionales (1), parce qu'elles trouvent les jeunes pousses déjà remplies d'humidité. On voit quelquefois geler dans le midi, au printemps, des arbres qui ne gèlent pas dans le nord, parce qu'ils sont moins avancés, etc., etc. Tous ces faits anciennement connus se trouvent récemment confirmés par les recherches détaillées de MM. Neuffer et Schubler (2).

Blagden a prouvé que l'eau bourbeuse ou visqueuse gèle plus difficilement que l'eau pure, parce que la congélation exige le déplacement des molécules de l'eau ;

(1) On l'observe en particulier sur le noyer.

(2) *Untersuc hungen über die temperatur-verh anderungen, etc.*, Tubingen, 1829. Voy. Bull. sc. nat., 20, p. 260.

l'évaporation se fait aussi plus difficilement dans les liquides visqueux. Rumford a établi que les liquides sont d'autant plus mauvais conducteurs de la chaleur, qu'ils sont plus visqueux, d'où nous avons pu conclure cette seconde loi, que toutes choses étant d'ailleurs égales, *la faculté des végétaux pour résister aux extrêmes de la température est en raison directe de la viscosité de leurs sucs.* Ainsi, les arbres résistent plus au froid en automne qu'au printemps, parce que leurs sucs sont moins aqueux. Les arbres résineux se trouvent en plus grande abondance dans les pays très-froids et dans les pays très-chauds, parce que leurs sucs se gèlent et s'évaporent moins facilement.

On sait encore, par des expériences directes, que l'eau résiste à plusieurs degrés de froid sans se congeler, lorsqu'elle est dans un repos absolu; d'où nous pouvons conclure cette troisième loi, que *la faculté des végétaux pour résister au froid est en raison inverse du mouvement de leurs liquides*, ce qui nous donne une nouvelle explication de la facilité avec laquelle les arbres gèlent lorsque leur sève est en mouvement.

Si nous examinons maintenant la structure diverse des végétaux, nous y découvrirons bien quelques causes évidentes de l'inégalité qui se présente dans leurs facultés de résistance. Ainsi, 1° la physique nous apprend que l'eau gèle plus facilement quand sa masse est un peu grande, que lorsqu'elle est réduite à des espaces très-petits, probablement parce que, dans ce dernier cas, l'adhésion des molécules aux parois empêche leur mouvement. Ainsi, Senebier a vu de l'eau résister à 7° de froid dans des tubes capillaires, qui sont cependant d'en

plus grand diamètre que les vaisseaux des plantes : l'évaporation est évidemment plus facile quand les orifices sont plus larges ; d'où nous pouvons conclure cette quatrième loi, que *la faculté de congélation de l'eau contenue dans les cellules est d'autant plus grande que les cellules elles-mêmes ont un plus grand diamètre.* Ainsi, MM. Neuffer et Schubler ont vu que les arbres gèlent d'autant plus difficilement que leurs couches sont plus serrées. Mais cet effet est contre-balancé, dans quelques cas, par ceci, que le même degré de congélation, ou ce qui est la même chose sous ce rapport, la dilatation de l'eau produite par la gelée, tend d'autant plus à rompre l'enveloppe des cellules, que ces cellules sont plus petites ; de sorte que le même effet de la gelée, tout étant d'ailleurs semblable, a plus d'action sur les végétaux à petites cellules ; d'où l'on peut conclure que la gelée est plus facile dans les grandes cellules, plus dangereuse quand elle a lieu dans les petites.

2°. Rumford et Leslie ont fort bien prouvé que l'air ne transmet pas le calorique de molécule à molécule, mais seulement par le mouvement des molécules échauffées ; que l'air captif est la meilleure enveloppe qui empêche le passage du calorique, et que c'est parce qu'ils en renferment que nos habits conservent notre chaleur propre. Or, plus les végétaux présentent de couches superposées, plus ils résisteront à l'influence de la température extérieure ; ainsi les plantes exogènes y sont moins sensibles que les endogènes, parce qu'elles ont une écorce et un grand nombre de couches ; ainsi, parmi les exogènes, celles qui ont un grand nombre d'épidermes doivent mieux résister au froid : tel est le bouleau, qui de tous les arbres connus s'élève le plus haut dans les

Alpes, et va le plus au nord vers le pôle. Les écailles qui recouvrent les bourgeons, les tuniques qui recouvrent les bulbes, jouent évidemment, relativement aux jeunes pousses, le rôle d'habits propres à les abriter : aussi remarque-t-on que les végétaux qui en sont doués supportent des climats plus rigoureux que leurs analogues. Les écailles des bourgeons, à cause de leur nature plus sèche, sont, sous ce rapport, plus utiles que les tuniques souvent charnues des bulbes. Dans quelques-uns des arbres qui manquent de bourgeons écailleux, tels que le faux-acacia, le platane, etc., c'est le pétiole lui-même, dont les bords repliés couvrent le bourgeon, et le mettent à l'abri de la gelée et de l'humidité. Les duvets qui recouvrent certaines parties des végétaux sont aussi, dans quelques cas, des abris contre la température extérieure. Je ne serais pas étonné que les duvets si abondans de certains arbres des tropiques ne les garantissent contre les ardeurs du soleil, à peu près comme nous mettons en été des paillassons sur les troncs des arbres fort délicats. Le duvet qui se trouve dans plusieurs bourgeons, tel que celui du marronier d'Inde, est certainement un moyen de préserver les jeunes pousses de la gelée, et pourrait bien, dans l'exemple cité, être une des causes pour lesquelles cet arbre de l'Inde s'est naturalisé jusqu'au nord de l'Europe. De ces faits dont il serait facile de multiplier les exemples, je conclus cette cinquième loi, que toutes choses étant d'ailleurs égales, *la faculté des végétaux pour résister aux extrêmes de la température est en raison directe de la quantité d'air captif que la structure de leurs organes leur donne le moyen de retenir près des parties délicates.*

3°. Nous avons vu tout à l'heure que la cause essentielle de la température intérieure des végétaux est qu'ils pompent de l'eau qui, par sa position souterraine, a une température plus chaude en hiver, plus fraîche en été; mais il est évident que cet effet sera d'autant plus prononcé, que les racines seront plus longues et iront plus profondément chercher leur nourriture; car les racines ne pompent que par l'extrémité, et le disparate de température est plus grand à mesure qu'on s'éloigne de la surface du sol. Ainsi les plantes à racines profondes résistent mieux au froid pendant l'hiver, soit parce qu'elles pompent une sève plus chaude, soit parce que leurs extrémités sont nécessairement placées hors de la couche de terrain superficiel qui peut être gelée. Ces mêmes plantes résistent mieux aux grandes chaleurs de l'été, soit parce qu'elles pompent une sève plus fraîche, soit parce que leurs racines sont hors de la partie du terrain que l'évaporation peut dessécher. La nature du terrain modifie ce résultat : ainsi, la longueur de la racine étant donnée, une plante craint plus le chaud et le froid dans un terrain très-léger, que la gelée pénètre plus avant, et où le desséchement peut descendre plus bas : aussi, dans ces sortes de terrains, les jardiniers habiles savent qu'on doit planter plus profondément que dans les sols compactes, qui sont moins exposés aux influences atmosphériques. Les plantes cultivées en vases ou en caisses sont plus sensibles aux grands froids et à la grande chaleur que celles qui sont en pleine terre, parce que la terre dans laquelle elles vivent est de tous côtés exposée à l'influence extérieure, et c'est pourquoi on se trouve bien, soit en hiver, soit en été, d'enfoncer en terre les

vases qu'on veut soigner (1) contre le froid et le chaud. On recouvre la surface de la terre avec les feuilles pour mettre le terrain à l'abri de l'influence atmosphérique, et lui donner, si j'ose parler ainsi, un habit artificiel. La neige produit naturellement cet effet dans plusieurs cas. Ainsi on peut admettre comme une sixième loi résultant de ces diverses considérations que *la faculté des végétaux pour résister aux extrêmes de la température est en raison directe de la possibilité où se trouvent les racines* (soit par leur longueur, soit par la nature du sol) *d'absorber une sève moins exposée à l'influence extérieure de l'atmosphère et du soleil.*

Il a pu paraître extraordinaire que, dans l'exposition des lois que je viens d'indiquer, j'aie dû parler si souvent d'une manière collective des moyens de résister aux extrêmes du froid et du chaud. Ce résultat théorique est conforme à une observation très-remarquable de géographie que j'ai déjà exposée ailleurs (2) : c'est que les plantes éminemment délicates, savoir les plantes annuelles, sont également exclues des pays très-froids et des pays très-chauds, et sont l'apanage des pays tempérés. Ainsi, tandis que ces plantes font environ un sixième du nombre total des espèces de la France, elles font à

(1) Le seul inconvénient de cette méthode est que les racines des plantes, en sortant par le fond du vase, poussent dans la terre, et qu'on les rompt en retirant le vase. On l'évite en faisant soulever le vase de temps en temps de manière à opérer la rupture quand la racine est fort petite, et à forcer la production des racines latérales dans le vase.

(2) Essai de géographie botanique dans le Dict. des sc. nat., vol. 18.

peine un centième de celles de la zone glaciale ou de la zone torride. C'est pour le même motif que les arbres à feuillage délicat et à verdure tendre sont beaucoup plus fréquens dans les climats tempérés.

Quant aux causes particulières qui font que telle espèce craint ou l'extrême du froid ou l'extrême du chaud, elles tiennent à plusieurs de celles que j'ai indiquées, notamment à la structure des bourgeons et aux époques de la végétation; mais il faut rapporter une partie de ce phénomène à cette cause occulte que j'ai mentionnée en commençant ce sujet, savoir, l'inégale susceptibilité du tissu des espèces végétales à l'influence du calorique: il en est à cet égard, sans doute, des végétaux comme des animaux, dont plusieurs craignent ou le froid ou la chaleur par un effet d'excitabilité spécifique, et sans que rien dans leur structure puisse nous l'expliquer.

Après avoir exposé ce que nous savons sur l'influence que la chaleur exerce sur les plantes, examinons maintenant les conséquences pratiques de ces connaissances.

§. 2. Des effets d'une température trop élevée.

Les dérangemens produits dans la santé des plantes par une température trop élevée se rangent sous deux séries, selon qu'elle se trouve accompagnée de sécheresse ou d'humidité.

Une température chaude et sèche détermine, 1° la *fanaison*, c'est-à-dire, cet état de faiblesse et de mollesse qui résulte d'une exhalaison aqueuse trop abondante, et qui s'exécute sur des organes, lesquels ne peuvent réparer leurs pertes, ou parce que le terrain

renferme trop peu d'eau, ou parce que la communication de leur tronc avec leurs racines se trouve interrompue. Cet accident est fréquent dans les tiges coupées ou dans celles qui vivent dans un terrain sec et un air chaud. L'action de la lumière, qui accroît l'évaporation, contribue au moins autant que la chaleur à produire cet état. Le remède évident est de fournir de l'eau aux plantes fanées, soit par leur base, soit en contact avec leurs feuilles.

2°. Un état prolongé de chaleur et de sécheresse, pourvu qu'il n'aille pas au point de les priver de toute nourriture, détermine souvent dans les parties foliacées une couleur jaunâtre, qui annonce leur mauvaise santé, et qui détermine peu à peu la chute ou la mort de ces organes. C'est un accident fréquent en été dans une foule de végétaux herbacés ou dans les parties herbacées des arbres.

3°. Le *desséchement* résulte ou de l'action prolongée de la fanaison, ou d'une chaleur très-vive et très-prompte appliquée à un végétal ou à quelqu'une de ses parties délicates. Il consiste dans un état de rigidité et de sécheresse, déterminé par la perte à peu près totale de l'eau de végétation. Le *desséchement des germes* est produit par l'action trop intense du soleil sur les ovules ou les ovaires des plantes. On l'observe en été dans les pays chauds, et surtout dans les végétaux transportés dans des climats plus chauds et plus secs que ceux auxquels ils sont accoutumés. C'est ainsi que les graines du faux-acacia sont souvent stériles dans les parties sèches du midi de l'Europe. Le *desséchement des bourgeons* est un accident qui arrive aux végétaux à bourgeons nus ou garnis d'écailles

très-herbacées, lorsqu'ils sont exposés à une chaleur vive. Le *desséchement des feuilles* est surtout fréquent dans les feuilles molles et herbacées. Enfin le *desséchement du liber* a lieu lorsque l'ardeur du soleil frappe sur des écorces encore herbacées. On le remarque quelquefois dans des arbres délicats dont l'écorce semble déjà assez ligneuse. Ainsi cette cause fait quelquefois périr les tulipiers ou autres arbres qui aiment les lieux humides, lorsqu'ils sont plantés dans un lieu trop sec et exposés au soleil. On les en préserve en enveloppant leurs troncs avec de la paille dans leur jeunesse. Le *desséchement des racines* provient de la sécheresse et de la chaleur du sol, et s'annonce souvent par quelqu'un des symptômes précédens. Il est plus fréquent dans les racines superficielles que dans les racines pivotantes.

4°. La chaleur et la sécheresse réunies tendent à empêcher les végétaux de pousser en branches et en feuilles, et les dispose par-là quelquefois à fleurir plus facilement. Ce double effet est considéré par le cultivateur, tantôt comme une maladie, et tantôt comme une amélioration, selon le but qu'il se propose. S'agit-il de végétaux qu'il cultive pour en obtenir du feuillage, comme dans les prairies et la plupart des légumes? il regarde cet amaigrissement général comme une maladie, et cherche à y remédier, soit en diminuant la chaleur, soit en augmentant l'humidité. S'agit-il, au contraire, de végétaux qu'il cultive pour avoir des fleurs ou des fruits? il cherche lui-même à provoquer cet état en les plaçant dans des lieux chauds et secs, et s'applaudit lorsqu'à force d'amaigrissement il a pu parvenir à son but. Ces considérations se représenteront plus utilement à nous en parlant de l'eau.

Lorsqu'une température trop élevée est jointe à une trop grande humidité, elle produit des résultats ordinairement très-avantageux et contraires aux précédens, savoir :

1°. Elle détermine les plantes à pousser trop en feuilles ou en pousses herbacées; ce qui forme la *phyllomanie*, état qu'on considère comme la perfection de la culture quand il s'agit de prairies, et comme une maladie, lorsqu'il a lieu dans des végétaux cultivés pour leurs fleurs ou leurs fruits.

2°. Lorsqu'il s'agit de feuilles, de fruits, ou en général de parties charnues, l'accroissement simultané de la chaleur et de l'humidité peut bien favoriser d'abord leur accroissement; mais dès qu'une cause accidentelle rompt la continuité de leurs tégumens, elle détermine quelquefois la pourriture.

3°. On a cru remarquer, lorsque les gouttes de pluie restent sur les feuilles, et que celles-ci sont frappées par un soleil ardent, qu'il en résulte des taches de *brûlure*. On avait cru d'abord que les rayons de soleil, réfractés dans la goutte d'eau comme dans une lentille, déterminaient cet effet; mais cette explication est fausse, soit à cause de la forme de la goutte d'eau, qui, étant plane d'un côté, ne représente que la moitié d'une lentille, soit parce que l'effet a lieu, non à un point central, mais sur tout l'espace occupé par la goutte d'eau. Je serais porté à croire, si le fait est bien exact, que cette brûlure est produite parce que l'eau ramollit le tissu au-dessous d'elle, qu'elle se réchauffe par l'action du soleil, et qu'elle arrête l'évaporation. Tout au moins ces trois effets, qui ont lieu à la fois, sont liés avec le fait général que les

brûlures offrent souvent des formes analogues à celles des gouttes d'eau restées sur les feuilles.

4°. Un effet singulier qu'on observe souvent dans les serres, même bien éclairées, c'est que les jeunes pousses, exposées à trop de chaleur et trop d'humidité, prennent une apparence analogue à des plantes étiolées, c'est-à-dire qu'elles s'alongent et pâlissent : on dirait que, recevant trop d'humidité, et étant excitées à pousser trop rapidement, elles n'ont pas le temps de combiner une quantité de carbone suffisante pour s'endurcir et se colorer : j'appellerais volontiers ce phénomène un *faux étiolement*.

§. 3. Des effets d'une température trop basse.

Tous les effets de l'abaissement de la température sur les végétaux sont d'autant plus faibles qu'ils sont liés à la sécheresse, d'autant plus actifs qu'ils sont combinés avec une plus grande humidité : je n'ai donc point ici à distinguer deux séries presque contraires entre elles, comme dans le paragraphe précédent, mais à faire observer des différences de degrés.

1°. Le premier effet de l'abaissement de la température est, pour chaque espèce de végétal, un certain état de langueur qui tient au besoin plus ou moins grand de chaleur que ses cellules ou ses vaisseaux exigent pour être excités. Ainsi j'ai vu, en essayant la culture du coton dans le jardin des plantes de Montpellier, que des plants de cotonnier, semés le 1er et le 15 avril, le 1er et le 15 de mai, restaient faibles et prenaient peu d'accroissement tant que la température était peu élevée;

tandis que les pieds provenant de graines semées le 1er juin avaient, au bout de peu de temps, une grandeur égale aux précédentes, et, au 1er août, on ne pouvait distinguer celles qui provenaient de ces divers semis. Une foule d'exemples, déduits, soit de la germination des graines diverses, soit de la culture habituelle des plantes, donnent des résultats semblables. Il y a peu d'avantage et souvent de l'inconvénient à placer les végétaux dans des circonstances propres à déterminer cet état de torpeur ; car pendant ce temps ils sont plus faibles qu'à l'ordinaire, et plus sensibles à toutes les influences étrangères. Cette langueur est surtout sensible lorsque la température vient à s'abaisser aux approches de la fleuraison : souvent l'épanouissement ne peut pas s'opérer, ou s'il s'opère, la fécondation n'a pas lieu, ou la maturation s'exécute mal ; l'émission du pollen hors des anthères, la sortie de la fovilla, et probablement le transport de la partie active de celle-ci aux ovules, s'exécutent beaucoup mieux par un temps chaud que par un temps froid (1). Ainsi, dans le règne animal, on voit une foule d'espèces qui ne peuvent se livrer à la reproduction que par l'effet d'une température plus élevée qu'à l'ordinaire. Cette cause de stérilité se rencontre surtout, dans les deux règnes organiques, chez les espèces des pays chauds qu'on transporte dans les pays froids. Un des symptômes particuliers de cette langueur asthénique produite par l'abaissement de la température, est le ralentissement des divers mouvemens que certaines

(1) Ad. Brongniart, Ann. des sc. nat., 12, p. 47.

plantes peuvent exécuter. M. Oberdiek (1) cherche à établir, je crois, avec raison, qu'une grande partie des effets du froid tiennent simplement à cet état de langueur qui résulte de ce que la vitalité de l'arbre n'est pas suffisamment excitée. La mortalité des plantes de serre chaude placées dans les orangeries où il ne gèle pas, et l'observation soignée des faits de la végétation en pleine terre, m'ont tout-à-fait conduit à la même opinion.

2°. Un second effet de l'abaissement de la température est de favoriser la désarticulation de toutes les parties articulées; les folioles sur les pétioles communs, les fleurs, les fruits et les feuilles sur leurs supports, et même les fractions de rameaux articulés les uns sur les autres. Ce dernier cas a surtout été observé sur la vigne: ses jeunes rameaux sont articulés à l'origine de chaque feuille, et il n'est pas rare, dans les froids précoces de l'automne, de les voir se couper aux articulations : c'est ce que les agriculteurs nomment *champlure*, terme qu'il serait commode d'étendre à toutes les désarticulations maladives produites par le froid, et qui déterminent si souvent la chute des feuilles, des fleurs ou des fruits. La cause directe de ce phénomène ne m'apparaît pas d'une manière claire : la diminution de l'exhalaison aqueuse déterminée par l'obscurité produit le même résultat sur les feuilles. Le froid agirait-il donc en arrêtant cette exhalaison ?

3°. L'effet le plus grave de tous ceux que le froid peut produire est la congélation ou la gelée des diverses parties

(1) Bull. des sc. agr., 12, p. 356.

des végétaux; et ici nous pouvons suivre encore cet effet selon son intensité.

Une gelée très-légère suffit pour tuer les parties très herbacées des plantes, telles, par exemple, que les fleurs (ce qui est une des causes de la stérilité) ou les jeunes pousses des herbes ou des arbres délicats. Ce dernier effet s'observe souvent sur les jeunes pousses de la vigne, du noyer et d'une foule d'autres arbres; il est plus prononcé dans les arbres soumis à la taille, parce que, en diminuant le nombre des branches et des bourgeons, on force ceux qu'on laisse à pousser plus vite; et comme ils poussent avec plus de vigueur, leurs jets sont plus aqueux et plus herbacés : aussi n'est-il pas rare de voir des ceps de vigne taillés avoir les jets gelés à côté de ceps non taillés qui ne subissent pas cet effet. Les pousses et les jeunes feuilles gelées prennent d'ordinaire une couleur noirâtre et une consistance fragile qui leur donne l'apparence rousse ou noirâtre des parties brûlées. Ces gelées qui attaquent les parties délicates des végétaux, sont surtout fréquentes et redoutables au moment du lever du soleil, soit parce qu'alors les feuilles sont couvertes de gouttes de rosée et de l'eau qu'elles ont elles-mêmes exhalée, soit parce qu'un soleil ardent, succédant à la gelée, en augmente l'effet, soit surtout à raison de l'abaissement de température qui a toujours lieu à ce moment. Cet abaissement est surtout très-remarquable lorsque le ciel est clair, parce qu'alors le rayonnement du calorique terrestre n'étant pas arrêté par les nuages ou les brouillards, s'exécute avec la plus vive intensité, et tend à refroidir subitement la surface du sol et celle des plantes; c'est parce que, lorsque le ciel est pur, la lune éclaire vivement,

que les agriculteurs ont cru qu'elle faisait geler les plantes; et s'ils ont attribué cet effet spécialement à la lune de mars ou d'avril (qu'ils appellent la *lune rousse*), c'est parce qu'alors les jeunes pousses, étant toutes jeunes, sont très-disposées à geler dans ces matinées claires, et par conséquent fraîches, du printemps. M. Arago a très-bien apprécié cet effet, en opposition à M. Féburier (1). Nous verrons plus tard, §. 6e, les moyens de prévenir ou de corriger ces accidens. Je me bornerai à ajouter ici que, pour les plantes délicates, la gelée, à l'époque de leur enfance, est le plus souvent une cause de mort : pour les arbres, les arbustes et les herbes vivaces et robustes, la gelée des jeunes pousses force seulement les bourgeons latens et adventifs à se développer, et il n'en résulte guère d'autre effet que celui qui serait arrivé si l'on avait enlevé la jeune pousse; mais cet effet, quoique léger pour le végétal, est grave pour le cultivateur, parce qu'il occasione un retard dans la végétation, d'où résulte souvent la perte de la récolte. Ce dernier effet est d'autant plus certain que la gelée a été plus tardive.

Lorsque le gel est plus intense, et qu'il a lieu quand les arbres n'ont pas encore poussé de nouveaux jets, il arrive souvent qu'il attaque leurs parties internes : l'aubier est alors le premier organe attaqué, soit, si on le compare au bois, parce qu'il est situé à la partie externe du corps ligneux; soit, si on le compare à l'écorce, parce qu'il contient moins de carbone, de terres et de sucs résineux; soit parce qu'enfin il contient plus d'eau à l'état liquide que l'un et l'autre organes. Lorsque l'aubier

(1) Globe, 1827, 20 déc.; Féruss., Bull. sc. agr., 9, p. 286.

n'a pas gelé dans toute son étendue (et peut-être même quand il est tout gelé à l'extérieur), il se forme, si le liber est intact, une nouvelle couche ligneuse qui recouvre les couches d'aubier désorganisées par la gelée; celles-ci, ainsi revêtues par une nouvelle zone ligneuse, peuvent se conserver quelquefois dans les vieux troncs : on les nomme *faux aubier* lorsqu'elles sont récentes, et *gelivures* quand elles sont anciennes. Il arrive de temps en temps que le même arbre subit deux ou trois fois dans sa vie le même accident, et alors on trouve dans sa coupe des zones alternatives de bois sain et de bois gelé : c'est ce qu'on nomme des *gelivures entrelardées*. On peut facilement, par le nombre de zones superposées, reconnaître la date des gelivures ; et il n'est pas très-rare d'en trouver dans les vieux troncs qui sont des traces de l'hiver de 1709.

Enfin, si le gel est assez fort pour atteindre le liber, alors la branche ou l'arbre dont le liber gèle périt presque toujours, soit que la gelée du liber soit un signe de la gelée totale de l'aubier, soit que le rôle du liber soit lui-même plus important et lié avec la congélation de tous les bourgeons. Dans ce cas, on doit avoir soin de couper l'arbre au-dessous du point où la gelée a cessé d'agir : on force alors les bourgeons latens, situés au-dessous, à se développer, et on voit le tronc se charger de nouvelles branches. L'effet aurait peut-être eu lieu sans cette taille, comme on le voit souvent dans les noyers ; mais, pour la plupart des arbres, on facilite cet effet par la taille, et on empêche la gangrène de se prolonger dans les parties saines. Lorsque le tronc entier ou à peu près entier est gelé, comme cela arrive souvent aux oli-

viers, on coupe l'arbre à fleur de terre, et on force ainsi le collet à produire des surgeons qui peuvent ensuite être séparés et produire de nouveaux arbres. C'est par ce procédé qu'on répare, dans le midi de la France, les ravages de la gelée dans les olivettes; mais la gelée totale du tronc est beaucoup plus rare qu'on ne le croit, et M. Joseph Jean (1), propriétaire des environs de Digne, a sauvé les oliviers gelés en janvier 1820 par suite de cette observation. Il s'est contenté de couper, immédiatement après la gelée, toutes les grosses branches à quelque distance du tronc; il a enfoui des herbes fraîches sur les racines, afin d'y maintenir l'humidité; il a enlevé graduellement tous les bourgeons qui naissaient près du collet, et a ainsi favorisé le développement de ceux qui se montrèrent plus tard vers le haut du tronc. Ce procédé simple et rationnel a été récompensé par le gouvernement français, et pourra diminuer à l'avenir les ravages du froid sur les olivettes.

Outre ces effets qui sont les plus réguliers, la gelée produit encore sur les troncs d'arbres quelques autres accidens. Quand les troncs se trouvent très-imbibés d'humidité, et que le gel arrive rapidement, il y détermine souvent des *fentes* (2) irrégulières qui font rompre l'arbre dans le sens longitudinal. Quelquefois on trouve dans les troncs des fentes rayonnantes qui partent du centre et suivent à peu près la direction des rayons médullaires. On croit que ce sont des accidens analogues aux fentes,

---

(1) Bosc, Bull. philom., 1823, p. 78.
(2) Plenck, Pathol., trad. franç., p. 157.

mais déterminées par le froid d'une manière plus régulière : on leur donne le nom de *cadranure*.

Enfin, on est tenté de rapporter ou au froid ou à l'humidité la maladie connue sous le nom de *roulure* : elle consiste en ce que la partie celluleuse de chaque couche ligneuse se désorganise d'une manière analogue aux gelivures ; d'où résulte que les zones fibreuses sont séparées entre elles par un intervalle vide ou peu rempli de tissu cellulaire.

Il peut y avoir de l'intérêt à connaître la cause de ces accidens ; mais on ne s'aperçoit ordinairement de leur existence que lorsqu'il n'est plus temps d'y porter aucun remède. Dans quelques cas, on peut cependant diminuer l'effet fâcheux de la gelée sur les plantes. Deux moyens généraux se présentent ici au cultivateur :

1°. Il faut couper (avec les précautions qui seront indiquées, chap. XI) toutes les branches gelées, et réduire le végétal aux parties saines ; mais il ne faut pas, en général, trop se hâter dans cette opération, et on doit se laisser guider, au moins dans les végétaux robustes, par l'apparition des nouveaux bourgeons qui indiquent jusqu'où la gelée s'est étendue.

2°. Il faut éviter que les parties gelées soient exposées à un retour trop brusque vers une température élevée, et les faire passer graduellement par des transitions lentes. Ce principe est d'accord avec la méthode employée par les habitans du Nord, de frotter de neige les membres gelés. Les jardiniers savent de même que l'action directe du soleil sur les espaliers après les blanches gelées, y détermine plus sûrement la mort que lorsque le dégel

peut arriver lentement. J'ai cité ailleurs (1) le fait qui m'a été attesté par M. Thouin, que des caisses de pommiers expédiées par lui à Moscou y arrivèrent gelées, qu'on les mit immédiatement dans une glacière, qu'on les en retira en les rapprochant lentement de la porte, et qu'on parvint ainsi à les dégeler lentement et à en sauver une grande partie. L'attention des jardiniers a été récemment appelée sur ce sujet par M. Nœhden (2), qui raconte qu'un jardinier, nommé Harrison, avait l'usage d'arroser ses haricots avant le lever du soleil lorsqu'ils avaient été gelés, et qu'il les préservait ainsi de la mort. M. Nœhden a appliqué ce procédé avec succès à ses pêchers, et sauvait après une gelée leurs jeunes pousses et leurs fruits : il remarque qu'il faut, dans certains cas, arroser plusieurs fois avant de détruire l'effet de la gelée.

La complication des procédés divers par lesquels le froid nuit aux plantes, et la diversité de leur structure, expliquent assez bien en général, mais non encore dans tous les détails, l'extrême diversité du froid sur les espèces différentes, et même sur les individus d'une même espèce.

Ainsi, quant au premier objet, il résulte d'un beau travail de M. Schubler (3) sur ce sujet, que les cistes, les oliviers gèlent, en général, entre 2 et 9°, les pistachiers de 4 à 7°, les smilax de 3 à 4°, les lauriers de

(1) Flore franç., vol. 1.

(2) *Trans. hortic. soc. Lond.*, 2, p. 13.

(3) Ann. hortic. de Berlin, 1828, p. 27; Bull. sc. agr., 13, p. 76.

2 à 11° (sauf le benjoin qui a supporté 21°); tandis qu'au contraire on a vu, à Berlin, supporter 21° par huit espèces d'andromèdes, les frênes, les poiriers, les pruniers, la vigne; 25° par les bouleaux, les cratægus, le tulipier, les pins, les saules, les ormeaux; 27° par le marronier d'Inde, et même le catalpa.

Quant au second objet, il résulte des mêmes tableaux que les sommités de l'aïlante ont gelé à Tubingue à 25°, et à Berlin à 20°; que l'*asimina triloba* a gelé à Carlsberg à 5 ou 7°, et non à Berlin; que le *celtis orientalis*, qui ne supporte pas 8 à 10° de froid à Carlsberg, en a supporté 24 à Berlin; que les chênes verts, qui ne gèlent à Carlsberg qu'entre 4° et 13°, doivent être rentrés pendant l'hiver à Berlin; que le *cupressus disticha*, qui gèle à 14° à Carlsberg, a supporté 25° à Tubingue, résisté aux plus grands froids à Berlin, et a péri au moindre froid à Munich, etc., etc. On pourrait multiplier à l'infini ces exemples de la variabilité des résultats, qui tient évidemment à la complication des causes que j'ai énumérées.

§. 4. Théorie générale des naturalisations.

Toute la théorie des naturalisations repose sur la connaissance des circonstances dans lesquelles chaque plante végète dans son pays natal, et sur leur imitation plus ou moins complète. Comme la plupart des pays ne diffèrent pas entre eux d'une manière importante, quant à l'action de la lumière, que ce qui tient au terrain et à l'arrosement présente peu de difficultés, toute l'attention des physiciens et des cultivateurs a dû naturellement se diriger sur ce qui a rapport à la température.

On sait que la température moyenne d'un lieu donné sur le globe est déterminée essentiellement par sa distance de l'équateur ou sa latitude, son élévation au-dessus du niveau de la mer, et son exposition, soit au midi ou au nord, soit relativement aux vents habituellement chauds ou froids. A ces trois causes essentielles de la température, on doit en joindre quelques autres dont l'action est moins régulière et le mode d'action mal connu : telles sont la nature propre du terrain plus ou moins susceptible de s'échauffer; l'état de la surface du sol, relativement ou aux forêts, ou aux eaux qui le recouvrent; la position géographique des pays relativement à la forme générale des continens; la présence de certaines causes locales de chaleur, comme des volcans, des sources d'eau thermale, ou de froid, comme des glacières naturelles; des arrosemens d'eau provenant immédiatement de la fonte des glaces. La réunion de ces diverses circonstances est trop compliquée pour qu'il soit possible de déterminer avec rigueur la température d'un lieu donné autrement que par l'expérience; et c'est sur cette base que M. de Humboldt a tenté, avec le talent qui lui est propre, d'établir sur la surface du globe des lignes isothermes, c'est-à-dire, qui doivent passer par tous les points qui ont la même température moyenne.

Mais, lors même qu'on arriverait à connaître exactement les températures moyennes, on serait encore loin d'en pouvoir déduire une théorie des naturalisations; car la même température moyenne peut être distribuée très-inégalement entre les diverses saisons de l'année, et peut, en particulier, s'obtenir, ou par une série de températures peu variées, ou par des extrêmes de chaleur

ou de froid très-intenses qui se compensent. Ainsi, les côtes occidentales des deux continens offrent le premier de ces états, et les côtes orientales présentent le second. Or, on conçoit sans peine que ce qui influe éminemment sur les végétaux, ce sont les extrêmes de la température et non les moyennes : ainsi, si dans un climat donné il gèle habituellement une fois par an, toutes les plantes qui ne peuvent supporter la gelée en sont exclues, lors même que le reste de l'année pourrait être plus chaud qu'il ne leur est nécessaire. Mais il se présente sous ce rapport une différence importante entre l'état des plantes sauvages et celui des plantes cultivées, ou, en d'autres termes, entre la géographie botanique et la géographie agricole. S'agit-il de végétaux sauvages, ils ne peuvent pas s'établir dans un pays qui offre chaque année une température ou trop froide, ou trop chaude pour eux; et lorsque cet accident n'arriverait même que de loin en loin, il pourrait suffire pour les exclure : cet effet est surtout très-prononcé pour les plantes annuelles : ainsi, qu'une fois tous les dix ans le coquelicot fût ou gelé par un retour de froid, ou desséché par un soleil trop ardent, cela suffirait pour que la succession de ses graines fût interrompue. Quant aux végétaux vivaces, si la chaleur de l'été d'un pays donné était insuffisante pour déterminer la maturité de leurs graines, ils ne pourraient s'y établir à demeure, même quand la température de toute l'année serait d'ailleurs favorable à leur végétation.

Il en est tout autrement des végétaux cultivés : si un accident du genre de ceux que je viens de décrire tue ces végétaux dans de certains hivers, ou les empêche de

porter graine en été, l'homme les rapporte de nouveau des pays où ils prospèrent, et peut ainsi, entre certaines limites, les maintenir contre nature dans un pays donné: c'est ainsi qu'on a en grande culture du trèfle ou de la luzerne dans plusieurs parties de l'Europe où leur graine ne mûrit pas : ainsi, il y a quelques années que tous les platanes d'Angleterre gelèrent le même hiver, et pour cela le platane n'est pas exclu de ce pays comme il le seroit à l'état de nature.

L'homme parvient même à obvier à des accidens périodiques: ainsi les plantes annuelles peuvent être cultivées avec succès là où leur séjour à l'état sauvage serait impossible, parce qu'en récoltant leurs graines, et en les semant à des époques favorables, on peut leur faire éviter les accidens de l'hiver. C'est ainsi que le maïs se cultive en grand dans les pays où, chaque année, l'hiver le tuerait à l'état sauvage. L'action de l'homme n'est guère moindre quant aux végétaux ligneux: ainsi, en les multipliant de boutures ou de marcottes, on parvient à les élever d'une manière permanente, là où leurs graines ne peuvent jamais mûrir.

Ces exemples prouvent évidemment qu'il ne faut pas conclure trop légèrement des lois de la géographie botanique à celles de la géographie agricole. On en a tiré une autre conclusion moins avérée : c'est que l'homme peut, par une longue suite de soins, acclimater les végétaux. Distinguons d'abord avec soin le sens des mots : j'entends par *acclimatation* l'acte par lequel on accoutume un être à supporter une température ou un climat différent de celui dont il est originaire; j'entends par *naturalisation* l'acte par lequel on transporte un être dans un pays

différent du sien. Personne ne peut nier la possibilité des naturalisations ; mais il y a quelques doutes sur les acclimatations des plantes. Ces doutes, que j'ai depuis plus de vingt ans exposés en détail dans mes cours, viennent d'être corroborés par M. Schubler (1) d'une manière distinguée. Cette question très-importante mérite d'autant plus notre examen, que les faits qui s'y rapportent sont complexes et presque contradictoires.

D'un côté, nous voyons les plantes sauvages qui paraissent fixées dans les mêmes climats depuis l'époque où nous en pouvons avoir connaissance ; nous voyons certains arbres cultivés, tels que l'olivier, qui, depuis plusieurs siècles, conservent sensiblement la même limite ; et de ces faits très-multipliés, nous sommes portés à conclure que chaque espèce ne peut supporter qu'un degré de température déterminé par sa contexture, et que par conséquent les acclimatations sont impossibles.

De l'autre côté, nous voyons certains arbres, tels que le marronier d'Inde, qui, quoique originaires de pays méridionaux, sont parvenus jusqu'en Suède ; nous voyons, dans la culture des jardins, plusieurs plantes, telles que l'aukuba ou le *pœonia moutan*, qui, après avoir été cultivés en serre, ont passé dans l'orangerie, et sont aujourd'hui en pleine terre. Mais avant de conclure de ces faits à la possibilité de l'acclimatation, il faut les analyser plus en détail.

De ce que telle plante a été d'abord mise en serre chaude, et qu'ensuite elle a pu se cultiver au dehors, que peut-on conclure, sinon que quand on ignorait sa

(1) *Linnæa*, 1829, p. 16.

nature, et quand sa rareté la rendait encore chère, on n'a pas voulu risquer de la perdre. Il n'y a pas un pépiniériste, pas un directeur de jardin botanique, qui n'ait fait cent fois ce calcul, et qui, dans le doute du succès, n'ait suivi cette marche de prudence pour une foule de plantes: quand elles arrivent d'un pays méridional, on les traite dans l'hypothèse qu'elles participent à la nature générale des plantes de leur pays; on cherche ensuite par des tâtonnemens celles qui échappent à la loi générale: on en naturalise ainsi quelques-uns; mais rien ne prouve encore qu'on les acclimate; car on ne les avait point exposées, à leur arrivée, à la température qu'on leur voit supporter ensuite. L'eût-on fait, l'expérience serait souvent douteuse; car on n'a, le plus souvent, au moment où une plante arrive en Europe, que des individus faibles ou très-jeunes à mettre en expérience, et chacun sait qu'il est des espèces, comme l'azedarach ou le julibrissin, qui supportent les climats tempérés dans un âge adulte, et lorsqu'ils sont plantés bien vigoureux, mais qui sont facilement gelés dans leur jeunesse. La connaissance exacte de la manière de vivre de chaque espèce tend à expliquer quelques-unes des illusions qu'on se fait à ce sujet. Ainsi, lorsqu'une plante nouvellement arrivée en Europe, et par conséquent encore mal connue, est soumise à la culture en pleine terre, il arrive fréquemment qu'on la place dans un terrain ou une exposition contraire à sa nature, qu'on l'arrose trop ou trop peu, qu'on la taille intempestivement, etc.; elle périt sans que la température du pays en soit la cause. Quelques années après on connaît mieux sa nature et les soins qu'elle exige; on la place de nouveau en pleine

terre, en la cultivant convenablement; elle réussit, et on dit alors qu'elle est acclimatée, tandis qu'elle est simplement naturalisée.

La plupart des cultivateurs pensent que les végétaux provenus de graines récoltées dans le pays même, sont plus robustes que ceux qui proviennent de graines étrangères, et concluent de là à l'acclimatation des végétaux. Sir Joseph Banks (1), en particulier, cite, en faveur de cette opinion, la culture du *zizania aquatica*, établie par lui à Spring-Grove; mais lui-même raconte que les premières graines récoltées en Angleterre donnèrent des pieds délicats, et les secondes des pieds vigoureux, de sorte que cet exemple prouve aussi bien contre que pour cette théorie. Aussi je vois que M. Mac-Culloch (2), dans son *Essai sur l'île de Guernesey*, révoque en doute cette prétendue supériorité des plantes venues de graines. Je ne m'attacherai pas à faire remarquer que cette opinion est en opposition avec une autre idée admise presque aussi généralement, savoir, l'utilité du changement des semences. Je ne dirai point qu'il me paraît peu probable que des graines récoltées sur des arbres que l'on doit supposer languissans, puisqu'on les suppose non encore acclimatés, produiront des sujets plus vigoureux que celles qui proviennent d'arbres bien forts, et crus dans leur sol natal; je ne rappellerai point que certains cultivateurs, tels que M. J. Street (3), as-

(1) *Trans. hortic. soc. Lond.*, 1, p. 21.

(2) *Journ. of scienc.*, 1825, p. 20; Fér., Bull. sc. agr., 9, p. 262.

(3) *Trans. soc. hort. Lond.*, 7, p. 1; Fér., Bull. sc. agr., 9, 3. 261.

surent que les individus venus de boutures sont plus robustes que ceux venus de graines; mais je demanderai, 1° si l'expérience a jamais été faite avec quelque degré de certitude, c'est-à-dire d'une manière comparative. 2° Même quand il serait vrai que les graines du pays ont mieux réussi, il faudrait voir si cela ne tient point à ce que certaines graines ne réussissent bien que lorsqu'elles sont semées immédiatement après leur maturité, comme cela a lieu pour le caféyer, ou bien à ce qu'ayant un plus grand nombre de graines à sa disposition, on en a semé davantage. Enfin, supposons même que l'expérience est complétement d'accord avec l'opinion admise, est-il bien sûr qu'elle prouve autre chose, sinon que l'arbre qui a donné ces bonnes graines était déjà de nature à s'accommoder du climat; et ce fait n'est-il pas plutôt une preuve de naturalisation qu'un moyen d'acclimatation? Cherchons donc s'il existe quelques preuves plus claires de la réalité des acclimatations.

L'un des principaux résultats de la culture, c'est la formation de variétés qui n'auraient pas pris naissance dans l'état de nature, et qui ont ou peuvent avoir différens degrés de susceptibilité quant à la température. Je sais que parmi ces variétés il en est plusieurs qui sont plus délicates que l'espèce sauvage : ainsi les variétés à fleurs doubles sont moins robustes que celles à fleurs simples; celles à fleurs blanches, ordinairement moins robustes que celles à fleurs rouges et jaunes; le nérium à fleurs doubles roses, et celui à fleurs blanches simples, gèlent très-habituellement là où le nérium commun à fleurs simples roses passe l'hiver. Mais il est cependant des variétés produites dans l'état de culture, principale-

ment par l'hybridité, qui sont plus robustes que l'espèce sauvage. Or, on conçoit que le choix de ces variétés donne le moyen d'introduire certaines cultures dans des climats où l'espèce primitive n'aurait pu parvenir. Cet effet est surtout sensible, quant aux variétés où l'on a obtenu quelque changement dans l'époque de la végétation : ainsi la variété tardive du noyer, qu'on nomme vulgairement noyer de la Saint-Jean, peut prospérer dans les localités à gelées tardives du printemps, où le noyer ordinaire est souvent atteint par le froid. Ainsi, les variétés très-précoces de la vigne peuvent porter du fruit dans les climats où, soit à raison du peu de chaleur de l'été, soit à cause de la rapidité des froids d'automne, d'autres variétés ne peuvent prospérer. Il existe dans plusieurs espèces végétales un phénomène remarquable, que j'ai déjà mentionné au liv. IV, et au liv. III, ch. II, savoir, que certains individus sont ou plus précoces, ou plus tardifs que d'autres, sans que l'on puisse ni attribuer ce fait aux localités, ni reconnaître aucune différence sensible dans l'organisation.

En recueillant avec soin ou les graines, ou les boutures, ou les marcottes, ou les tubercules, ou les greffes de ces variétés précoces ou tardives, on a obtenu artificiellement des races ou variétés agricoles, qui ont présenté certaines qualités utiles, et qui, en particulier, peuvent vivre dans des climats où l'on ne pourrait conserver l'espèce originelle. Ainsi, en recueillant les tubercules des pommes de terre qui fleurissent les premières, et en répétant ce choix plusieurs fois de suite sur les champs provenus d'un premier choix, on a obtenu une variété dont toute la végétation s'exécute en moins de trois mois.

Cette variété n'a pour nos climats d'autre avantage que de nous donner un légume hâtif. Mais cultivée dans les climats très-septentrionaux, elle pourrait introduire l'utile culture de la pomme de terre dans des lieux encore privés de cette ressource. L'observation attentive des espèces et des variétés peut donc fournir quelques moyens d'étendre la culture de certains végétaux au-delà de ses bornes ordinaires. Ainsi, si les variétés d'oliviers obtenues en Crimée, et qui paraissent moins sensibles au froid que les nôtres, venaient à s'introduire dans les bords de la Méditerranée, ou si l'on multipliait beaucoup la variété dite *caillons* en Provence, qui paraît résister à onze et douze degrés (1), on dirait que l'olivier s'est accoutumé à un plus grand degré de froid, tandis qu'on n'aurait fait que substituer une race dure à une race délicate.

Ainsi, quoique je n'aie aucune raison d'affirmer formellement que le tissu végétal ne peut pas, par un effet d'habitude, s'accoutumer à une température différente de celle de son sol natal; quoique je sois disposé même à reconnaître, dans plusieurs cas, cette influence de l'habitude, je dois conclure des faits précédens, 1° que si les espèces végétales sont susceptibles de s'acclimater, ce fait n'a lieu que dans des limites très-bornées, et qu'on l'a fréquemment exagéré en confondant l'acclimatation avec la naturalisation; 2° que les cas où ce fait paraît réellement vrai, sont ceux où il est dû à la formation de variétés nouvelles, ou ceux dans lesquels on est parvenu à changer les époques de la végétation des plantes, laquelle offre en effet

(1) Desmichels, Bull. sc. agr., 12, p. 344.

quelque chose d'un peu périodique; 3° que des résultats pratiques presque aussi importans que le sont ceux de l'acclimatation proprement dite, sont obtenus par l'emploi habilement combiné des procédés de la culture.

§. 5. Des moyens de préserver les plantes contre la chaleur.

Les moyens d'abriter les végétaux contre l'excès de la chaleur ont été peu étudiés. Les pays méridionaux possèdent une si grande richesse de production, que leurs habitans se sont donnés peu de peine pour en augmenter le nombre, et dans les pays tempérés, l'excès de la chaleur est assez rare pour qu'on n'aie pas beaucoup étudié les moyens d'y remédier. Ces procédés peuvent se réduire aux suivans :

1°. Multiplier les arrosemens pour toutes les plantes qui sont dans un terrain sec, et qu'on laisse exposées à l'ardeur du soleil. Ce procédé tend bien, il est vrai, à leur faire pousser trop de feuilles; mais il est des plantes dans lesquelles cette disposition est utile, et dans celles même où elle ne l'est pas, ce mal est encore moindre que celui du desséchement.

2°. Choisir de préférence les espèces qui ont les racines les plus profondes, parce que ces racines peuvent aller chercher leur nourriture dans une zone de terrain moins desséchée par l'ardeur du soleil, et que la sève, étant plus fraîche, les maintient mieux contre la chaleur. Ainsi la luzerne réussit très-bien comme prairie artificielle dans les climats chauds à cause de la profondeur de sa racine.

3°. Planter les plantes plus enfoncées en terre dans les

pays chauds que dans les lieux tempérés, et surtout si leurs racines tendent à être superficielles.

4°. Abriter les écorces des jeunes arbres pendant les grandes chaleurs de l'été au moyen de paille entortillée autour de la tige. Ce procédé réussit assez bien, par exemple, pour sauver les tulipiers plantés dans des lieux trop exposés au soleil.

5°. Abriter les semis et les plantes délicates en leur procurant un ombrage artificiel. Le choix de ces ombrages ne laisse pas que d'avoir de l'importance : l'ombre des murailles est bien la plus complète; mais elle l'est quelquefois trop, et elle a de plus l'inconvénient d'arrêter le mouvement de l'air; elle est cependant recommandable dans les pays chauds. L'ombre immédiate des arbres est rarement profitable, soit parce qu'elle empêche l'action de la rosée sur les plantes, soit parce que leurs racines nuisent à la végétation des plantes plus délicates qui en sont voisines. On se trouve mieux des abris formés par des haies d'arbustes, tels que le thuya par exemple. Ces haies laissent passer un peu d'air et un peu de soleil sans abriter de la rosée, et n'ont par conséquent ni les inconvéniens des murailles ni ceux des arbres. Je me suis encore très bien trouvé d'un procédé fort simple : c'est d'abriter les plantes délicates avec des claies de bois assez semblables à celles avec lesquelles on passe le gravier. Ces claies mobiles se placent dans les jardins devant les objets qui en ont besoin. Elles sont préférables aux haies, soit parce qu'on les enlève les jours et heures où elles sont inutiles, soit parce qu'on les place à volonté partout où le besoin s'en fait sentir, soit parce qu'elles n'ont point de racines qui nuisent à celles

des plantes, soit parce qu'elles laissent passer de l'air et de la clarté dans la proportion que l'on veut, puisqu'il suffit d'espacer plus ou moins les liteaux qui les composent, soit parce qu'elles sont également applicables aux plantes de pleine terre, aux vases, aux couches, et même aux serres chaudes, pour éteindre l'ardeur du soleil. Elles sont, sous ce dernier rapport, préférables aux châssis de toile, parce qu'elles laissent passer quelques rayons solaires en nombre suffisant pour exciter l'évaporation et la décomposition du gaz acide carbonique, tandis que la demi-ombre continue des toiles et des appartemens arrête l'un et l'autre. Les tentes ne sont préférables que lorsqu'il s'agit d'abriter des plantes en fleurs, comme des tulipes ou des jacinthes, contre les rayons directs du soleil; mais ce sont alors des abris contre la lumière, et non contre la chaleur.

6°. Il est des plantes, telles que celles des hautes montagnes, qui ont à la fois besoin et de la lumière et de la fraîcheur, combinaison presque impossible à obtenir dans les plaines. Le seul moyen, mais incomplet, d'atteindre ce but, c'est de les placer dans des expositions au plein nord. Ainsi il est remarquable combien les plantations de mélèzes exposées au nord réussissent mieux qu'à toute autre exposition, surtout s'il s'agit de pays un peu méridionaux : dans plusieurs vallées alpines du Dauphiné, le côté exposé au nord est couvert de mélèzes, tandis que celui exposé au sud n'en a que peu ou point.

7°. J'ignore si des arrosemens répétés, faits avec de l'eau très-froide, ne seraient pas un bon système de culture pour les plantes alpines. On pourrait ainsi les laisser

exposées à l'ardeur du soleil, qu'elles aiment, et imiter leur station naturelle par la température des arrosemens qu'on leur donnerait.

§. 6. Des moyens de préserver les végétaux contre le froid.

Les moyens par lesquels on abrite les plantes contre le froid sont très-variés et très-importans, surtout dans nos climats. Ils se rangent sous deux chefs généraux, savoir : ceux qui sont relatifs aux plantes cultivées en plein air, et ceux qui sont relatifs aux végétaux cultivés dans les serres.

Les plantes peuvent être cultivées à l'air libre de deux manières : ou en vases, ou en pleine terre. Les plantes en vases qu'on laisserait à l'air pendant l'hiver seraient plus exposées au froid que celles en pleine terre, et par conséquent on les rentre toutes en serre dès que la saison devient rigoureuse. Nous devons donc nous occuper ici exclusivement des plantes en pleine terre. Quant à celles-ci, quelques-uns des moyens employés pour les abriter du froid ont des rapports avec ceux destinés à les abriter du chaud. Ainsi, 1° on doit recommander de choisir, autant que possible, les espèces à racines profondes, et de les planter un peu profondément, afin qu'elles puissent, pendant l'hiver, atteindre plus sûrement à une zone de terre non gelée, et aspirer une eau dont la température plus chaude les maintienne en équilibre contre le froid extérieur. Cette précaution est surtout utile dans les terrains légers, où la gelée pénètre plus profondément. Quand on veut essayer un végétal délicat dans un pays froid, il faut le mettre en pleine terre au printemps,

afin que ses racines aient le temps de s'alonger pendant l'été, et que son bois soit mieux aoûté.

2°. On doit faire en sorte que leur tissu, à l'époque où le froid pourra l'atteindre, soit le moins possible imbibé d'eau. Ainsi il faut alors diminuer les arrosemens qui ne tendraient qu'à faciliter la gelée ou la pourriture. Lorsqu'on désire qu'un arbre délicat passe l'hiver en pleine terre, il faut le planter dans un lieu qui ne soit pas trop humide, et qui soit aussi exposé au soleil que sa nature le comporte. De cette manière son bois s'aoûte mieux, et est plus susceptible de résister au froid. On a remarqué que les arbres gèlent plus facilement après les étés humides et froids qu'après les étés secs et chauds, et c'est par conséquent après ceux-ci qu'il convient mieux de faire des essais de naturalisation. Enfin on peut avec avantage, à la fin de l'automne, enlever les feuilles et les fruits des arbres avant leur chute naturelle, parce qu'on diminue par-là l'aspiration de la sève, et que la gelée, quand elle survient, trouve le tissu moins humide. L'effeuillement des arbres en automne est employé en Suède sous ce point de vue, et les habitans de la rivière de Gênes savent très-bien que les orangers chargés de fruits gèlent plus facilement que ceux qui en ont été dépouillés ; M. Gallesio assure même qu'un oranger dépouillé à moitié de ses fruits gèle quelquefois du côté qui les a conservés, et non de l'autre.

3°. La nature du terrain influe sur la manière dont les plantes résistent au froid de l'hiver. Lorsqu'un végétal a cru dans un sol abondamment chargé de matières nutritives, soit carboniques, soit terreuses, son tissu est bien aoûté, et il résiste mieux à la gelée ; si, au contraire, la

plante a reçu une nourriture trop aqueuse*, elle gèle avec plus de facilité. Ainsi, on remarque souvent dans les jardins de la Belgique que les kalmia, les rhododendron, qui passent l'hiver cultivés en terre de bruyère, gèlent dans la terre ordinaire; ainsi, les terrains trop siliceux sont moins favorables à la conservation des plantes en hiver que les terrains calcaires; ainsi, un champ bien fumé (pourvu qu'il ne soit pas aqueux, ou que le fumier ne soit pas de nature trop aqueuse) résiste mieux à la gelée qu'un champ non fumé, ou fumé avec des engrais trop aqueux, comme des herbes enterrées; ainsi, les oliviers engraissés avec des fumiers secs, tels que la corne, le crin, les plumes, etc., résistent mieux au froid que ceux qui sont cultivés d'après d'autres systèmes.

4°. Comme l'écorce des racines est plus aqueuse que celle des tiges, ces organes sont plus facilement atteints par la gelée; cet effet est encore augmenté, parce que les racines ne sont protégées ni par des duvets, ni par des épidermes superposés comme certaines tiges; enfin, le collet de plusieurs arbres et de toutes les herbes vivaces renferme ou soutient les bourgeons des surgeons ou des tiges qui doivent se développer. Sous tous ces rapports, il convient d'abriter de la gelée les racines et surtout le collet des plantes; c'est à cause de ce danger qu'il ne faut pas laisser les vases en plein air; c'est pour atteindre le but indiqué tout à l'heure, qu'on se trouve bien de couvrir de paille, et surtout de feuilles d'arbres, le terrain qui recèle des plantes vivaces délicates: ces abris retiennent de l'air captif à la surface du sol et empêchent la déperdition de son calorique, en même temps que, par leur nature sèche, ils ne favorisent pas la stag-

nation de l'humidité. Sous ce dernier rapport, les feuilles sont l'abri le plus avantageux; c'est celui qui protége les jeunes plantes dans les forêts, et on ne peut trop en recommander l'emploi dans les jardins; on le recommande en particulier, parmi les plantes légumières, pour les artichauts, et même, parmi les arbres les plus robustes, pour les jeunes chênes d'Amérique. C'est dans le même but de la protection du collet ou de la racine, qu'on se trouve bien d'entasser de la terre au pied des oliviers, et de recouvrir de tas de terre les souches des câpriers ou des houblons. Par la disposition convexe qu'on donne à ces tas, on a le double avantage de préserver ces végétaux du froid et de l'eau, et on protége les jeunes pousses qui doivent naître du collet.

5°. Parmi les procédés employés habituellement contre le froid, l'un des principaux est d'entourer les branches des arbres de matières peu conductrices: c'est dans ce but qu'on se trouve bien, dans plusieurs provinces septentrionales, d'enterrer pendant l'hiver les figuiers qu'on tient bas à cet effet. Cette même méthode est employée dans l'Asie-Mineure pour la conservation des cotonniers arborescens; mais l'enterrement des arbres est une opération embarrassante, souvent impraticable, et qui ne réussit pas toujours dans les années très-pluvieuses; on la simplifie en se contentant d'empailler les arbres délicats, ou tout au moins leurs jeunes branches. On ne peut nier que ce procédé ne soit utile dans les hivers froids; mais il faut avouer aussi qu'il nuit plus qu'il ne sert dans les hivers très-pluvieux, parce qu'il favorise la pourriture de l'arbre. Il y a donc des contrées où on a, en empaillant les arbres, presque autant de chances de

leur nuire que de les préserver, et je n'oserai conseiller ce procédé que dans les climats et les expositions sèches. Il faut, en outre, faire attention que l'empaillement convient rarement aux arbres qui conservent leurs feuilles en hiver : le moindre abri qui enveloppe les plantes délicates suffit pour les préserver au moins des froids passagers dus au rayonnement : tel est l'effet des nattes, des claies, et en général des abris quelconques placés sur les végétaux pendant la nuit (1). M. d'Origny (2) assure qu'au moyen de nattes placées sur son parterre, à Copenhague, il protége les oignons de jacinthe contre des froids jusqu'à 12°. M. Danizy a montré, en 1810, par l'expérience, qu'on peut, sous le ciel de Montpellier, sauver de la gelée les cactus et autres plantes grasses délicates, en les recouvrant pendant la nuit d'une simple serpillière. Dernièrement, un amateur d'horticulture (3) a obtenu le même résultat avec un simple réseau fait avec les filamens de l'écorce du genêt d'Espagne. M. Soulange-Bodin emploie dans ce but un filet de pêcheur. M. Knight (4) défend les espaliers des gelées du printemps, en se servant de petites branches de bouleau de deux pieds de longueur, cueillies en juin et conservées intactes, qu'on fiche dans le mur çà et là, de manière à faire saillie de huit ou dix pouces en avant de l'espalier; on les enlève

(1) Ann. bur. des longit., 1828, p. 165.
(2) Bull. sc. agr. de Féruss., 10, p. 81.
(3) Ann. soc. linn. de Paris, 1827, p. 145.
(4) *Trans. soc. hort. Lond.*, 5, partie 5; Bull. sc. agr., 3, p. 243.

dès que les bourgeons poussent : il en faut mettre plus dans les lieux humides que dans les lieux secs.

6°. Le moment le plus froid de la journée est, avons-nous dit plus haut, celui du lever du soleil, et le danger de ce moment critique résulte de l'abaissement subit de la température, de la quantité de gouttes d'eau qui recouvrent les feuilles, et de ce que le soleil, qui vient immédiatement après, achève la désorganisation de la plante. On sait encore qu'il est rare que la gelée ait lieu, même à cette heure dangereuse, à l'époque du moins où les plantes sont en végétation; qu'il est, dis-je, rare qu'il gèle alors, au moins d'une manière dangereuse quand le ciel est couvert de nuages, soit parce que ceux-ci retiennent la chaleur rayonnante, soit parce qu'ils arrêtent l'effet direct des rayons solaires. On a tenté d'imiter cet effet artificiellement, et l'on a vu qu'on pouvait en effet empêcher ce genre de gelées, si dangereux au printemps, en faisant brûler beaucoup de paille mouillée un peu avant le lever du soleil; cette paille forme une épaisse fumée, qui rompt les rayons du soleil et intercepte leur action sur les plantes. Ce procédé a été employé avec succès pour les vignobles précieux, et pour les espaliers des jardins; il mériterait d'être plus fréquemment usité. Il est inutile de dire que, s'il fait du vent, l'on doit placer ses feux de manière que le vent entraîne la fumée sur les cultures qu'on veut protéger.

Une seconde précaution, relative à cette même époque du lever du soleil, est de secouer les plantes pour en faire tomber les gouttes d'eau que la rosée ou la transpiration y ont déposées. Ce danger est fréquent pour les blés noirs, et on assure qu'on y remédie efficacement en tendant une

corde sur le champ et en la promenant sur les plantes, de manière à en faire tomber les gouttes d'eau (1).

7°. Les arbres à feuilles persistantes souffrent très-particulièrement par la chute de la neige; non-seulement son poids détermine souvent la chute de leurs feuilles et la rupture de leurs branches, mais encore cette neige, qui fond fréquemment pendant le jour par l'action du soleil, coule sur leurs branches, et cette eau, congelée pendant la nuit, les recouvre d'une couche de glace très-adhérente à leur surface, et beaucoup plus dangereuse que le froid de l'atmosphère. La précaution la plus importante pour les arbres verds délicats est donc de les faire secouer chaque fois qu'il est tombé de la neige, et cette précaution doit être d'autant plus recommandée qu'il s'agit d'arbres à feuilles plus larges; on s'en trouve très-bien pour les oliviers, les orangers, etc., même dans les pays méridionaux, et on doit les recommander aux amateurs qui, dans les pays plus septentrionaux, veulent élever des *magnolia grandiflora*, ou autres arbres analogues.

8°. Les arbustes et les herbes qui peuvent vivre entremêlés avec de plus grands végétaux, peuvent braver certains climats, soit parce que les arbres les protègent contre les vents, soit surtout parce que le rayonnement du calorique est retenu par l'ombre des arbres, et détermine habituellement une température plus élevée dans les forêts qu'en rase campagne. Ainsi, certains arbustes délicats qui craignent le froid de l'hiver, mais n'ont pas besoin d'une grande chaleur en été, tels que le laurier,

(1) Journal de Genève, 1827, 27 sept.

le laurier-thym, etc., supportent certains climats lorsqu'on les place dans des bosquets ou des bois, et gèlent quand ils sont isolés.

9°. De tous les moyens de protéger les végétaux délicat contre le froid, le plus simple, sans doute, c'est de les cultiver dans des lieux abrités du nord; c'est ainsi que les localités, protégées contre les vents du nord par quelque colline, sont éminemment propres aux cultures délicates : ainsi, les grands abris formés par les Alpes ou les Apennins en Italie, donnent à quelques parties de ce beau pays le privilége de pouvoir cultiver l'oranger, le citronnier, et même le dattier dans quelques points de la rivière de Gênes : ainsi, l'abri formé par les rameaux latéraux des Alpes, les Cévennes et les montagnes noires, donnent au midi de la France le droit de cultiver l'olivier : ainsi, le petit abri formé par la colline d'Hières donne à ce village privilégié ses belles cultures d'orangers; ainsi, d'un côté à l'autre d'une colline, on voit fréquemment des productions très-disparates. On imite ces effets naturels en plantant les arbres délicats à l'abri des forêts, et mieux encore à l'abri des maisons et des murs, et c'est ordinairement dans ces localités qu'on cherche à faire les premiers essais pour la naturalisation des espèces délicates. Au reste, il convient d'observer à cet égard que les arbres printaniers et délicats gèlent plus facilement quand on les expose au sud, parce qu'ils y poussent trop tôt, et sont d'autant plus attaqués par les gelées du printemps. Ce fait est frappant dans le noyer, par exemple; l'inverse a lieu pour les arbres tardifs, qu'il convient de placer aux expositions les plus chaudes.

10°. On n'a pas tardé à remarquer que plus on rap-

proche les plantes des murs, plus on parvient à les abriter sûrement du froid; et c'est ce qui a donné naissance à la culture en espalier, espèce d'état intermédiaire entre la pleine terre et la serre, et dont nous devons maintenant dire quelques mots. Les espaliers, considérés comme protection contre le froid, l'emportent sur les simples abris : 1° parce qu'à raison de leur rapprochement du mur, l'air agité et refroidi ne peut circuler entre eux; 2° parce que la disposition des branches étalées en éventail contre les murs fait qu'aucune d'elles ne porte ombre à l'autre, et que toutes jouissent des bénéfices de la lumière solaire; 3° parce que leurs branches, étant en contact avec le mur, participent à la température que lui imprime l'action solaire.

On peut prendre une idée de l'importance de cette dernière cause, en examinant certains buissons qui croissent au pied des murs : celles de leurs branches qui touchent le mur sont feuillées long-temps avant les autres. Je suis chaque printemps témoin de ce fait sur des grenadiers plantés au pied d'un mur dans le jardin botanique de Genève. M. D. Trotter (1) a obtenu plus de fruits de pêchers et d'abricotiers en espaliers en chauffant les murs par des tuyaux de chaleur, et les jardiniers anglais détachent et écartent des murs les branches des espaliers lorsqu'ils veulent retarder leur végétation. Ces faits tendent à confirmer ce que j'ai dit ailleurs de l'action locale de la température sur les bourgeons pour déterminer leur développement, et par suite l'ascension de leur sève.

Mais, d'un autre côté, les arbres en espaliers profitent

(1) Fér., Bull. sc. agr., 9, p. 283; *Gartn. mag.*, 2, p. 92.

moins que ceux en plein vent, soit à raison de leur immobilité, soit à raison de la nécessité où l'on est de les tailler à outrance; et cette méthode ne peut convenir (sauf pour les végétaux grimpans et pour les cas d'essais et d'expériences) qu'aux arbres fruitiers ou aux arbustes à fleurs, parce que les procédés de la taille et les courbures mêmes qu'on est obligé de donner aux branches tendent à les disposer davantage à porter des fleurs et des fruits.

On a proposé d'accroître l'une des causes qui rendent les espaliers utiles en peignant les murs en noir, pour leur donner la faculté d'absorber la lumière solaire; mais indépendamment de la tristesse que de pareils murs donneraient aux jardins, il est encore douteux qu'on obtienne des résultats bien positifs. Si les murs devaient ainsi se réchauffer plus rapidement par l'action du soleil, ils se refroidiraient d'autant plus vite après qu'ils cesseraient d'en être frappés, et peut-être, dans certains cas, l'accélération de végétation qui pourrait en résulter aux premiers soleils du printemps, serait-elle plus nuisible que l'accroissement de la chaleur pendant l'été ne ferait de bien. Cependant M. Harrison (1) assure que le bois de ces espaliers s'aoûte mieux. M. Martin-Bauchard (2) atteste que des grappes de raisin reposant sur des ardoises ont mûri sensiblement plus vite que les grappes voisines reposant sur un mur ordinaire; et M. Henderson (3) ayant noirci

(1) *Trans. soc. hortic. Lond.*, 6, p. 452.

(2) Ann. soc. d'hortic. de Paris, 2, p. 43.

(3) *Trans. hort. soc. caled.*, 1, p. 258; Fér., Bull. sc. agr., 10, p. 228.

avec du goudron la moitié d'un mur situé derrière un pommier, a vu la végétation de celui-ci beaucoup plus active devant la partie noircie, que devant celle qui était restée blanche.

L'un des inconvéniens de la culture en espalier, c'est que si les branches sont bien exposées au soleil, les racines le sont aussi, et en souffrent souvent dans les pays chauds et les années de sécheresse. Les jardiniers de Montreuil ont paré quelquefois à cet inconvénient par un procédé ingénieux : ils plantent les arbres au nord, et au moyen d'un trou pratiqué dans la muraille, ils font passer au midi sa tige et ses branches qu'ils y étalent pour profiter de l'action solaire, tandis que la racine jouit des bénéfices de l'ombre. Ce procédé mérite surtout l'attention des cultivateurs des parties méridionales de la France et de l'Europe.

Mais les moyens les plus efficaces d'accroître l'action des espaliers, c'est, 1° de donner à l'espalier une forme semi-circulaire, comme l'a fait M. de Rouvroy, à Lille (1), afin d'y concentrer la chaleur du soleil et de le mieux défendre des vents ; et 2° de placer au-dessus des arbres, vers le haut du mur, une planche horizontale qui empêche l'air échauffé de s'élever, et la rosée de tomber sur les arbres ; on a même été jusqu'à placer devant eux des rideaux qu'on tire le soir, au printemps, à l'époque où l'on peut craindre les gelées du lever du soleil : on imite ainsi l'effet des nuages et de la fumée, dont j'ai parlé plus haut, et on transforme peu à peu les murs à

(1) Vilmorin, Ann. soc. d'hortic. de Paris, 1828, p. 73 ; Bull. sc. agr., 12, p. 371.

espaliers en des espèces de serres. Ceci nous conduit naturellement à l'étude des serres, qui sera le sujet de l'article suivant.

§. 7. Des Serres.

On désigne d'une manière générale, sous le nom de serre, toute construction qui a pour but de protéger les végétaux vivans contre le froid. Mais ces constructions sont extrêmement diversifiées, selon le but spécial qu'on se propose, et la nature des végétaux dont on veut protéger l'existence. Il entre dans notre plan d'examiner les serres sous ces deux rapports, en laissant à l'architecture l'examen particulier des procédés de construction.

Les serres, considérées dans leur but, peuvent se diviser en quatre classes : 1° elles peuvent être destinées, et c'est le cas le plus fréquent, à protéger la végétation presque entière de plantes qui ne peuvent supporter le froid d'un climat donné; 2° elles peuvent tendre seulement à accélérer la végétation, où à assurer la maturation de plantes tardives ou délicates ; 3° elles doivent servir spécialement à protéger les divers genres de multiplication des végétaux; 4° enfin elles sont destinées à conserver vivans, pendant l'hiver, des végétaux alimentaires jusqu'au moment de leur emploi.

En parcourant l'histoire de ces quatre classes de serres, que, pour abréger, j'appellerai serres de *végétation*, *d'accélération*, de *multiplication* et de *conservation*, nous ne devrons point perdre de vue que, quoique le but principal soit de protéger les plantes contre le froid, l'économie des serres doit être calculée sur la néces-

sité de procurer aux végétaux qu'on y réunit les agens divers de la végétation, tels que la lumière, l'air, l'eau, etc.

Quoique le degré de chaleur dont les plantes ont besoin soit extrêmement nuancé, on divise assez commodément sous ce rapport les serres en trois classes, savoir : 1° celles destinées aux végétaux qui n'ont besoin que d'être abrités de la gelée : on nomme cette sorte de serre *serre froide* (*frigidarium*), ou plus communément en français, *orangerie*, parce que les orangers ou espèces analogues sont les végétaux qu'on y cultive le plus communément. On cherche en général à maintenir les orangeries à la température moyenne de quatre ou cinq degrés du thermomètre de Réaumur. 2° On nomme *serre tempérée* (*tepidarium*) celle qu'on maintient entre huit et dix degrés de température, et qui convient par conséquent aux plantes plus délicates que les précédentes. 3° On nomme *serre chaude* (*caldarium*) celle qu'on maintient de douze à quinze degrés, et qu'on destine aux plantes délicates des pays les plus chauds. Dans les petits jardins, on réunit quelquefois en une seule classe les plantes de serre tempérée et de serre chaude; mais on conçoit qu'on est toujours obligé de sacrifier la santé de quelques-unes de celles qui ont besoin de plus ou de moins de chaleur que le degré auquel on se détermine. Au contraire, dans les grands établissemens, et ce n'est pas là un de leurs moindres avantages, on multiplie les divisions de manière à ne renfermer dans chaque serre que des plantes qui exigent une température et une culture très-analogues. C'est sous ce rapport qu'il convient d'établir plutôt un grand nombre de petites

serres, qu'un petit nombre de plus grandes; ou tout au moins si, pour des motifs d'ornement ou de localité, on ne construit qu'une seule serre, il faut la diviser à l'intérieur en plusieurs compartimens.

Ce n'est pas, en effet, seulement sous le rapport de la température que les plantes gagnent à être classées, il faut encore faire attention que la quantité d'eau dont chacune a besoin est très-variable : les plantes grasses en réclament le moins possible, surtout pendant l'hiver; les plantes à tissu aqueux, telles que le papayer, sont dans le même cas; tandis que celles à tissu plus sec en exigent graduellement davantage. Or, il convient de les séparer quand les localités le permettent, soit parce qu'on évite les erreurs fréquentes des garçons jardiniers dans la distribution de l'arrosement, soit surtout parce que l'atmosphère de la serre ne devient pas plus humide ou plus sèche qu'on ne le veut pour chaque classe de plantes.

La division est encore utile sous le rapport de l'air : il est des plantes, telles que la plupart des arbustes du cap de Bonne-Espérance et de la Nouvelle-Hollande, qui ont un besoin continuel d'avoir leur atmosphère renouvelée, tandis que d'autres ont ce besoin à un degré beaucoup moindre.

Ce qui est commun à toutes les serres de végétation, c'est l'utilité de la lumière. On doit y donner d'autant plus d'attention que, pendant l'hiver, les jours sont courts, et l'atmosphère étant souvent chargée de brouillards et de nuages, il convient de profiter des moindres rayons du soleil ; de plus, les plantes des serres redoutent par-dessus tout l'état d'hydropisie, auquel la stagnation de l'air, le manque d'évaporation, les émanations

de la tannée, etc., tendent sans cesse à les disposer. La lumière, en excitant leur évaporation, est le correctif naturel de ce genre de danger. On ne peut, en général, trop recommander aux constructeurs de serres de les disposer de manière à jouir le plus complétement des rayons solaires, d'autant que si, dans quelques cas particuliers, ils sont importuns, il est facile de s'en préserver, soit en abaissant les paillassons, soit en plaçant des claies devant les vitraux, soit en dirigeant des plantes grimpantes devant celles qui redouteraient l'éclat des rayons solaires.

L'utilité de profiter de ceux-ci est d'autant plus grande, qu'ils servent à la fois et pour la lumière et pour la chaleur : on doit, en conséquence, exposer les serres au plein midi ou au sud-est. L'avantage de cette dernière direction est que le soleil pénètre dans la serre un peu plus tôt le matin, et débarrasse plus vite les plantes de l'humidité surabondante. Dans les serres où l'on redoute peu cette humidité, la direction au sud-ouest offre l'avantage d'être à l'abri du vent d'est assez froid qui s'élève si souvent au lever du soleil.

Les croisées doivent être les plus grandes possibles, et, s'il est praticable, continues dans toute la longueur du côté méridional. On a même tenté d'établir des serres vitrées en tous sens. Cette méthode a l'avantage d'éviter les déformations qui résultent de la tendance des plantes vivantes à se diriger du côté de la lumière ; elle offre encore le mérite de leur en faire parvenir une quantité plus considérable et plus égale : mais comme ces serres sont difficiles à chauffer, on se trouve bien de les maintenir très-basses, comme on le voit dans les simples

baches; ou, si elles sont un peu élevées, de les placer devant des abris, tels qu'une colline, un mur élevé, ou une rangée de serres ordinaires.

L'inclinaison des vitraux et celle du toit, si on en fait un, doit être, dans chaque pays, déterminée d'après la hauteur apparente du soleil en hiver au-dessus de l'horizon. La profondeur de la serre se calcule d'après le même principe, et peut être d'autant plus grande, comparativement à la hauteur, que le pays est plus septentrional; car le soleil y étant plus bas pénètre plus facilement jusqu'au fond.

Les vitraux verticaux ont l'inconvénient d'admettre une moindre quantité de lumière; mais leur construction est plus facile, et leur entretien moins coûteux, parce qu'ils se brisent moins; le toit couvrant d'ailleurs en entier la partie supérieure de la serre, on a besoin de moins de chaleur artificielle. Cette construction est celle qu'on réserve d'ordinaire pour les orangeries.

Les vitraux inclinés donnent plus de clarté, mais l'air réchauffé monte vers le haut de la serre; et quand la partie supérieure est entièrement vitrée, la chaleur se perd facilement. Cette construction de serre à toit vitré ne convient donc que pour les pays naturellement tempérés, ou pour les serres dans lesquelles on multiplie les moyens de chauffage artificiel.

Dans les cas contraires, on se trouve mieux de faire un toit incliné, qui vient recouvrir des vitraux eux-mêmes inclinés : c'est ce qu'on nomme les serres à la hollandaise, construction qui me paraît réunir tous les avantages d'économie et d'entretien, et qui conserve autant de lumière et de chaleur qu'on peut le désirer.

Les châssis des vitraux se font ou en bois ou en fer : ceux en bois ont l'avantage de conserver mieux la chaleur, mais sont facilement altérés par l'humidité ; ceux de bois de mélèze méritent la préférence dans cette classe; ceux de fer ont le mérite de la durée, mais ils ont l'inconvénient de permettre un peu plus la déperdition de la chaleur, et souvent de briser les vitrages, lorsque les alternatives de température sont très-brusques.

Les vitraux doivent être superposés les uns aux autres comme les tuiles d'un toit, et sans traverses opaques intermédiaires ; mais il faut remarquer que leur superposition doit être assez large pour empêcher l'eau de la pluie de remonter entre les deux vitres par un effet d'attraction capillaire.

Les moyens d'obtenir dans les serres le degré de chaleur qu'on y désire se rangent sous deux chefs : 1° y conserver la chaleur des rayons solaires, ou tout au moins d'empêcher le froid extérieur d'y pénétrer; 2° développer une chaleur artificielle, soit par des poêles, soit par de la tannée. Tous les procédés que nous avons indiqués tout à l'heure pour profiter de la lumière du soleil servent également pour profiter de sa chaleur.

Sous ce dernier rapport, on n'a point encore assez cherché à appliquer régulièrement à la construction des serres le système des doubles vitrages, dont on se trouve si bien pour les appartemens. De Saussure a prouvé qu'on pouvait faire bouillir de l'eau à la simple chaleur du soleil, en recouvrant le vase de plusieurs cloches de verre qui s'emboîtent successivement en laissant entre elles une couche d'air. Il semblerait donc que, quoiqu'un double vitrage diminuât un peu la clarté, on obtiendrait par-là

un accroissement notable de chaleur à cause de la couche d'air captif qui s'établirait entre les deux vitres. On sait, en effet, que c'est au travers des verres des châssis que se fait la plus grande déperdition de chaleur. Cette expérience serait surtout applicable aux pays très-froids qui ne sont pas trop sujets aux brouillards, et où l'on craint par conséquent plus la rigueur de la température qu'une légère déperdition de clarté. M. Auguste Saladin l'a établi avec succès dans la serre qu'il a fait construire à Pregny près Genève.

C'est à raison de cette perte de chaleur au travers des vitrages qu'on se trouve bien de recouvrir ceux-ci pendant la nuit. On se sert pour cela de paillassons qu'on enroule sous l'avant-toit pendant le jour, et qu'on déroule sur les châssis, soit pendant la nuit, soit lorsqu'il neige, soit en été quand la grêle est prête à tomber ou que le soleil est trop ardent. Les paillassons, par leur consistance, sont très-propres à ces différens emplois; les stores de toile cirée, quoique un peu plus durables et plus propres à garantir de l'humidité, sont loin de conserver aussi bien la chaleur. Les abris en planches sont assez bons, mais beaucoup trop longs à mettre ou à ôter, au moins sur les grandes serres, et ne sont applicables qu'aux petites constructions.

Parmi les moyens de conserver la chaleur acquise ou d'empêcher le froid de pénétrer, nous devons compter la construction des murailles et le niveau de la serre.

Les murailles, lorsqu'elles sont de pierres ou de briques, doivent être assez épaisses. Les serres en bois sont plus faciles à conserver chaudes; mais leur peu de durée finit par les rendre réellement plus chères que les autres.

On se trouve bien d'adosser une serre devant une maison, et surtout devant une maison habitée, parce que le froid y pénètre plus difficilement par derrière. On ne doit pas l'adosser immédiatement devant un mur qui soutient des terres, parce qu'il est rare que l'humidité ne pénètre au travers de ce mur. Dans ce cas, on laisse entre la serre et le mur de soutennement un corridor qui sert à dégager l'humidité, en même temps que le mur protége la serre contre le vent du nord.

Les serres enfoncées au-dessous du sol sont garanties du froid par la terre qui les entoure; mais elles sont aussi plus sujettes à l'humidité. Cette méthode convient donc dans les pays secs, tandis que, dans les localités humides, il faut élever les serres au-dessus du sol. Elle convient pour certaines serres spéciales destinées à la multiplication, et où l'on désire obtenir beaucoup de chaleur et d'humidité. Elles doivent surtout être évitées pour les serres destinées aux plantes grasses ou à celles qui redoutent l'eau stagnante ou en vapeur.

La chaleur solaire, combinée avec les simples moyens de conservation, suffit d'ordinaire pour les orangeries, ou tout au plus n'y doit-on mettre qu'un poêle de précaution, qu'on n'allume que lorsqu'il fait très-froid. Mais, dans les serres tempérées ou chaudes, on doit établir des poêles permanens. Ceux-ci sont de deux sortes, savoir, les poêles à conduite d'air chaud et ceux à vapeur.

Les poêles ordinaires sont destinés à échauffer de l'air et à faire circuler cet air mêlé avec de la fumée dans les tuyaux qui parcourent la serre. Or, comme la fumée, et surtout la fumée de bois, nuit beaucoup à la végétation, il importe d'abord que les conduits soient parfaitement

clos; il convient que les poêles soient placés le plus bas possible, parce que l'air réchauffé tend par lui-même à monter. Les conduits ou tuyaux doivent circuler assez long-temps dans la serre pour que la fumée en sorte presque froide, et par conséquent doivent être d'autant plus longs, qu'ils sont composés d'une matière moins conductrice, et qu'ils sont moins isolés. Ainsi les tuyaux en fer peuvent être plus courts, parce que leurs parois tendent à lâcher plus rapidement la chaleur dans la serre; mais ils ont l'inconvénient de donner quelquefois une chaleur trop vive autour d'eux, et d'être facilement altérés par la fumée. Les tuyaux en briques sont préférables sous ces deux rapports, mais, étant moins bons conducteurs, doivent être plus longs. Les tuyaux libres chauffent mieux l'air de la serre, mais ont l'inconvénient d'être d'un entretien plus difficile et d'occuper souvent une place précieuse. Les tuyaux enchâssés ou appliqués contre les murailles extérieures ont l'inconvénient de perdre la plus grande partie de la chaleur à chauffer le mur et la terre, qui n'en a pas besoin. La meilleure combinaison est de placer les conduits ou sous le parquet de la serre, ou dans le mur de soubassement qui soutient la tannée, parce qu'alors les plantes en profitent plus directement.

Les poêles doivent être disposés de manière à être chauffés par le dehors de la serre, condition presque indispensable à une foule d'égards. On doit les chauffer au coucher du soleil et un peu avant son lever, dès que le temps devient froid.

Le chauffage à la vapeur n'a été introduit que depuis un petit nombre d'années, et promet les plus heureux

résultats, surtout pour les grands établissemens. Cette méthode se subdivise en deux, savoir, celle où la vapeur est renfermée dans des conduits clos, et celle où la vapeur vient à nu chauffer la terre ; méthodes que, d'après leur origine, on appelle quelquefois *méthode anglaise* et *méthode russe.*

J'ai vu la première pratiquée en grand et avec un succès remarquable dans le bel établissement de MM. Lodiges à Hackney près Londres. Ils en ont publié une bonne description, à laquelle je dois renvoyer le lecteur pour les détails. Je dirai seulement que la méthode consiste à avoir à l'une des extrémités des serres une grande chaudière close hermétiquement, et où l'on entretient de l'eau en ébullition. Un réservoir supérieur déjà un peu chauffé y laisse tomber de temps en temps de l'eau tiède pour remplacer celle qui s'évapore. La vapeur d'eau chaude s'échappe de la chaudière par un ou plusieurs orifices, qu'on ouvre ou ferme à volonté. Elle pénètre dans des tuyaux de fer, qui se distribuent dans la partie inférieure des serres. Ces tuyaux sont disposés de manière que l'eau qui s'y dépose par le refroidissement de la vapeur s'écoule d'elle-même dans la chaudière. La vapeur, qui est toujours au terme de l'eau bouillante, chauffe donc les tuyaux d'une manière constante partout où elle se dépose, et par conséquent, une fois que l'appareil est en activité, on peut avoir une chaleur à peu près égale dans toute la longueur du tuyau, ou, si elle est plus faible vers l'extrémité, c'est d'une quantité appréciable. On peut donc, en calculant la chaleur produite par une longueur donnée de tuyau et la capacité d'une serre, on peut, dis-je, savoir quelle chaleur on

aura dans la serre à une température donnée du tuyau, et en faisant faire au tuyau qui porte la vapeur plus ou moins de circuit dans un espace donné, on peut avoir d'une manière permanente la température que l'on veut. Ainsi, dans un grand établissement, on peut diviser des serres contiguës en autant de compartimens qu'on le croit utile, et avoir dans chacun avec un seul feu le degré de chaleur qu'on désire. Cette méthode convient éminemment aux grands établissemens de culture, soit à cause des avantages de cette division, soit à raison de l'économie qui résulte d'un seul feu ; mais ces deux avantages disparaissent dans les petits établissemens, pour lesquels l'ancienne méthode me paraît préférable.

Quant à la méthode russe, je n'ai point eu occasion de la voir employée, et je suis porté à croire qu'elle ne peut être adaptée avec succès qu'aux plantes des pays chauds qui ont besoin de beaucoup d'humidité, comme les scitaminées.

Un procédé de chauffage très-simple et très-économique, c'est d'adosser les serres soit contre des amas de fumier en fermentation qui communiquent leur chaleur au mur, soit contre des écuries dont l'air réchauffé par les animaux s'introduit dans la serre, comme moyen de la maintenir à une température élevée et fort égale.

La tannée est, avons-nous dit plus haut, un moyen qu'on emploie pour développer de la chaleur dans les serres : on désigne sous ce nom l'écorce de chêne qui a servi aux opérations du tannage, et qui, par sa fermentation, dégage une chaleur lente ; on l'entasse dans les encaissemens des serres et on y enterre les vases : cette méthode, quoique assez générale, offre quelques incon-

véniens : 1° la tannée fraîche développe assez d'humidité ; 2° cette matière est très-combustible, et, dans les cas de rupture des tuyaux du poêle, elle met le feu à la serre ; 3° il est des plantes qui souffrent quand les racines, en sortant par le fond des vases, rencontrent cette matière astringente. Cependant la tannée a été conservée dans les serres chaudes, soit à cause de la chaleur développée par sa fermentation, soit parce que sa consistance et sa nature demi-ligneuse peu conductrice la rend très-propre à entourer les vases, et à ne permettre à la chaleur de les atteindre qu'avec modération.

Quand on veut avoir une grande chaleur, on emploie de la tannée fraîche, et on place au-dessous d'elle un lit de fumier de cheval en fermentation. Quand on ne désire qu'une chaleur modérée, on se sert d'un mélange de tannée fraîche avec la tannée ancienne, et plus on y met de celle-ci, moins on obtient de chaleur. Cette facilité de graduer la température est encore un des avantages de la tannée. La terre, le sable, le mâchefer, etc., qui ont été proposés pour la remplacer, peuvent servir là où l'on veut peu de chaleur, ou dans les serres qui, étant chauffées à la vapeur, offrent des moyens d'obtenir la température qu'on veut ; mais dans les serres ordinaires, rien jusqu'ici n'a pu remplacer l'usage de la tannée. L'un des inconvéniens attachés à son emploi, comme la plupart des méthodes employées pour donner une chaleur artificielle aux plantes des serres, est de chauffer celles-ci par les racines, tandis que dans le cours naturel des choses, même dans les pays chauds, les plantes en végétation ont leurs racines dans un sol plus frais que l'air, et sont échauffées par leurs sommités. On obvie à ce

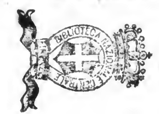
contre-sens en recevant la plus grande quantité de lumière dans la serre; on l'évite, soit en y plantant les végétaux en pleine terre; soit, comme on le fait pour la vigne dont on veut forcer les fruits, en plaçant la souche et les racines en pleine terre hors de la serre, et les tiges dans l'intérieur : celles-ci, excitées par la chaleur de la serre, poussent de bonne heure et pompent la sève par leurs profondes racines, quelle que soit la température extérieure.

J'ai évité, dans tout ce qui précède, de mentionner des degrés précis de chaleur, et ce n'est pas sans dessein : cette appréciation est presque impossible à faire, vu la complication des causes influentes et la variété des buts qu'on se propose; et, fût-elle possible pour des hommes exercés à la théorie, elle ne serait pas accessible pour la plupart de ceux qui en ont besoin; c'est à chaque cultivateur à étudier son climat et ses propres serres, de manière à régler son mode de chauffage : pour cela, il est indispensable qu'il se familiarise avec l'usage du thermomètre, et on doit en placer un dans toutes les serres, et dans chacune d'elles au point le moins bien chauffé; mais cette précaution ne suffit que lorsqu'on l'observe aux heures les plus froides, comme le lever du soleil, époque où, surtout au cœur de l'hiver, l'observation se fait rarement par l'œil du maître : on prévient cet inconvénient par l'emploi des thermomètres dits *à minimum*, c'est-à-dire qui, au moyen d'un curseur flottant, susceptible de descendre et non de monter, s'arrêtent toujours au point le plus bas où il est descendu depuis la dernière observation; par-là le maître peut savoir chaque jour si sa serre a été maintenue pendant la

nuit à un degré convenable. Si l'on craint la trop grande chaleur pendant le jour, on peut la reconnaître avec un thermomètre à *maximum*, c'est-à-dire dont le curseur placé en sens inverse s'arrête au point le plus élevé. L'emploi de ces deux thermomètres est éminemment utile dans les serres soignées. On est parvenu à simplifier cette méthode d'observation par la construction d'un thermomètre qui marque à la fois les points extrêmes de froid et de chaud qui ont eu lieu depuis un moment donné (1); mais la construction de ces appareils ingénieux réclame encore quelques soins, et leur emploi méritera alors d'être recommandé dans toutes les serres.

Quoique la lumière et la chaleur soient les deux élémens qui méritent le plus d'attention dans l'étude des serres, on ne doit pas y négliger l'action de l'humidité; celle-ci, quoique nécessaire à un certain degré, le dépasse si facilement, qu'on ne s'en occupe guère que comme d'un agent nuisible et dangereux. Dans les serres fraîchement bâties, où l'on est obligé de renfermer des plantes, l'eau des murailles est mise en vapeur par la chaleur même de la serre, et la remplit de vapeurs aqueuses : le meilleur moyen de la chasser est d'aérer la serre en ouvrant portes et croisées dès que le temps le permet; on peut même, si l'on craint le froid, chauffer fortement la serre et l'ouvrir en même temps : même après cette époque, l'humidité est développée, soit par la tannée, soit par l'eau des arrosemens, soit par celle

(1) Feu P.-L. Darier a déposé au jardin botanique de Genève un essai de ce genre : c'est un thermomètre métallique fondé sur le principe de la correction de Graham pour les pendules.



qui est exhalée par les plantes elles-mêmes. La nécessité de la division des serres et du classement des végétaux selon leur nature, est peut-être tout autant et plus sensible, relativement à l'humidité, que relativement à la température : ainsi, les plantes grasses, les bruyères, les protées, etc., souffrent souvent quand on les réunit dans les mêmes serres que les plantes qui ont besoin d'arrosement ou qui transpirent beaucoup. En général, on doit arroser peu pendant l'hiver, et, surtout quand le temps n'est pas clair, on doit éviter de laisser sans nécessité trop d'eau en évaporation dans les serres. Au reste, les précautions indiquées plus haut pour avoir beaucoup de clarté, servent aussi contre l'humidité; car la lumière, en excitant l'évaporation et en aoûtant les plantes, contribue à rendre l'humidité moins dangereuse pour elles : aussi les précautions contre l'humidité doivent être d'autant plus grandes et les arrosemens d'autant moindres, que la serre est moins éclairée.

Nous revenons ainsi au point principal que nous avons cherché à établir en commençant cet article, l'extrême influence de la clarté ; et, sous ce rapport, je rappellerai ici ce que j'ai dit en terminant le chapitre relatif à la lumière, sur la possibilité qu'il semble qu'on doit avoir maintenant pour donner aux serres une lumière artificielle, comme on le fait déjà pour la chaleur.

Les principes généraux que nous venons d'établir sont applicables à toutes les serres de végétation, et, entre certaines limites, à toutes les serres; mais le but qu'on se propose dans chaque culture particulière, entraîne des différences dans les moyens.

Les serres destinées au semis exigent, par exemple,

quelques combinaisons particulières. Elles ont, en général, besoin d'une chaleur vive, mais de peu de durée. Sous ce rapport, on se sert avantageusement de fumier de cheval, qu'on recouvre de terre ou de tannée, dans laquelle on enterre les vases; c'est ce qu'on nomme des *couches*. Si on recouvre le tout de châssis presque horizontaux et situés très-près de la surface des vases, cet appareil porte alors le nom de *baches*. Les baches peuvent être ou en bois, ou en pierres; les premières plus chaudes, les secondes plus durables. On obtient par ce double moyen une chaleur très-intense. Tant que les graines ne sont pas levées, on laisse les rayons du soleil arriver sur les vases; dès que les jeunes plantes commencent à sortir de leurs enveloppes, on couvre la surface des châssis avec des paillassons, et on obtient ainsi une chaleur sans clarté qui est favorable à la germination; à mesure que les plantes avancent en âge, on diminue l'obscurité.

Les serres destinées aux boutures se construisent comme les baches; on a plus souvent l'attention de les enfoncer en terre, parce que le développement des boutures étant plus lent, on a besoin d'une chaleur plus prolongée, et que l'humidité leur est favorable au lieu de leur être contraire. On les recouvre de paillassons ou de claies, de manière à n'y avoir qu'une demi-clarté favorable à la conservation de l'humidité et de la chaleur, deux circonstances convenables aux boutures.

Lorsqu'on veut accélérer la fleuraison ou la maturation des fruits, on doit donner aux plantes beaucoup plus de chaleur que n'en exige leur simple conservation, et en même temps toute la clarté nécessaire pour rendre

leur évaporation active. Si on leur donnait trop d'humidité, elles tendraient à produire des feuilles plutôt que des fleurs et des fruits : il faut donc, pour chaque espèce, apprendre par tradition ou tâtonnement à quel point il est nécessaire de l'arroser. Quant aux plantes cultivées en serres pour leurs fleurs, on doit, dès que la fleuraison est prête à commencer, les abriter des rayons directs du soleil, afin que celui-ci n'altère pas les couleurs. Cette précaution est quelquefois aussi utile pour les fruits, quoiqu'à un moindre degré. La culture des plantes en serre, pour la fleur ou le fruit, a ordinairement pour but d'obtenir ces productions pendant l'hiver ou le premier printemps; cette circonstance exige donc d'accélérer leur végétation à l'époque même où on cherche à la retarder dans les serres de simple végétation. On obtient par cette accélération des résultats agréables pour les amateurs, et utiles pour les jardiniers; mais c'est toujours aux dépens de la santé des plantes. Les jardins botaniques où l'on désire, il est vrai, voir fleurir les plantes, mais où l'on ne tient pas à les faire fleurir en hiver, et où l'on désire avant tout leur conservation et leur naturalisation, doivent être gouvernés d'après un tout autre principe, c'est-à-dire en accélérant très-peu les plantes en hiver, et en les exposant à l'air pendant l'été, autant qu'il est possible. Par ce double moyen, les plantes acquièrent le degré de force et de rusticité dont elles sont susceptibles, et sont ainsi préparées, soit à passer l'hiver sans danger, soit à pouvoir passer de la serre chaude à l'orangerie, ou de l'orangerie en pleine terre.

On donne le nom de serres à légumes, ou de jardins d'hiver, à celles qui servent, non à développer la végétation, mais à conserver pendant l'hiver, à l'abri de la gelée,

les légumes crus en pleine terre : ce sont principalement les légumes étiolés, tels que le céleri, la chicorée, les cardons, etc., qu'on a besoin de conserver de cette manière, parce qu'étant plus délicats et plus aqueux, ils redoutent davantage la moindre gelée, et que le séjour dans un lieu demi-obscur tend à les étioler et à diminuer leur saveur au point où elle devient agréable; il suffit de les planter dans un lieu clos et sec en pleine terre, et de les protéger contre la gelée. On ne doit point chercher à exciter leur végétation, ni à leur donner beaucoup de lumière : les seuls dangers que ces plantes redoutent sont le froid et l'humidité ; il faut donc arroser très-peu, quelquefois point du tout, et aérer le local aussi souvent que la température extérieure le permet.

L'emploi des serres dans la naturalisation est ce qui intéresse le plus directement la botanique agricole. Elles servent surtout à ce but sous les points de vue que j'ai déjà indiqués : 1° qu'en commençant à cultiver les plantes étrangères en serre, on se donne le temps d'étudier leur manière de vivre, et qu'on peut ensuite les cultiver en pleine terre avec moins de danger. C'est ainsi que l'hortensia, l'aukuba, le magnolia, le julibrissin et une foule d'autres végétaux jadis cultivés en serre, le sont aujourd'hui en pleine terre dans une grande partie de l'Europe ; 2° que plusieurs plantes redoutent dans leur jeunesse des degrés de froid qu'elles supportent dans un âge plus avancé, comme on le voit très-bien pour l'azedarach, le sterculia; 3° que plusieurs plantes annuelles n'ont le temps d'arriver à maturité que lorsqu'on a pu, au moyen de couches, accélérer leur germination, comme on le fait pour l'aubergine, ou, au moyen de baches et de serres, faire commencer leur végétation

plus tôt qu'on ne l'aurait pu en plein air, comme cela se pratique pour la patate ; 4° enfin, les serres des climats froids et tempérés sont des espèces de dépôts d'où les végétaux utiles peuvent être transmis dans les pays chauds pour en accroître les ressources. C'est ainsi qu'au commencement du siècle dernier, le jardin de Paris a fourni les jeunes pieds de caféyiers que Déclieux a portés à la Martinique, et qui ont produit tous les caféyers cultivés en Amérique ; c'est ainsi que de nos jours un des pieds d'arbre à pain rapportés au jardin de Paris par M. Labillardière, a été transporté de là à Cayenne, et y a produit une importante addition aux ressources alimentaires de cette colonie.

Parmi les moyens de rendre les serres utiles aux naturalisations, je dois mentionner la méthode des serres mobiles et celle des cultures de serres en pleine terre.

Les arbres des pays chauds cultivés en pleine terre dans les serres y prospèrent en général très-bien ; ils prennent plus de vigueur dans cette position, moins éloignée de leur état naturel, que la culture en vase ou en caisse. On emploie ce moyen avec succès, soit pour tapisser les murs d'arbustes grimpans ou d'arbres en espalier, soit dans les serres plus élevées, pour obtenir les arbres des tropiques dans un état vigoureux, soit pour élever ou multiplier les plantes délicates ou les arbustes peu élevés des pays chauds. On a, surtout en Italie, modifié cette méthode pour l'appliquer à la culture des orangers, citronniers, etc., ou arbres analogues. On les plante en pleine terre, dans un terrain entouré de murs, et susceptible de recevoir, pendant l'hiver, ou des châssis ou un toit, qu'on soutient alors par des

poutres et des colonnes, et qu'on enlève en été. Cette méthode est éminemment adaptée à des arbres qui, par leur forme naturelle, ne prennent pas un développement très-grand, et qui n'ont besoin pendant l'hiver que d'être abrités de la gelée. C'est par ce moyen qu'on trouve souvent des orangers en pleine terre dans le nord de l'Italie, dans des climats qui, ailleurs, n'en présentent que cultivés en caisse. Il ne manque pas de voyageurs qui, en les voyant en été, ne se doutent point de cet artifice, et croient que les orangers passent l'hiver en plein air.

On a quelquefois poussé l'illusion plus loin, et chacun a pu voir, soit dans les Pays-Bas, soit à la Malmaison, des espèces de serres mobiles construites en bois, qu'on place pendant l'hiver seulement sur les arbustes délicats, tels que les magnolia, le pivoine moutan, etc. Cette méthode est malheureusement trop chère et trop incommode pour devenir populaire, et on peut la regretter comme l'un des moyens de naturalisation les plus efficaces.

Les serres ne sont pas toujours un objet de luxe et d'ornement ; elles font, à plusieurs égards, partie utile de l'agriculture ; mais, dussent-elles même ne produire aucun résultat direct de naturalisation, les soins qu'on leur donne à cause des agrémens qu'elles procurent, forment les amateurs habiles et les jardiniers soigneux. Rapprochées des habitations, elles accoutument à vivre avec les plantes, à les observer et à les aimer. Exigeant plus de soins que la culture en plein air, elles tendent à perfectionner les méthodes et les instrumens. Sous ces divers rapports, l'influence indirecte des serres sur la

culture ordinaire mérite encore l'attention de ceux qui savent apercevoir les liaisons intimes des diverses branches d'un art aussi vaste que celui de la culture des végétaux.

CHAPITRE V.

De l'Influence de l'atmosphère sur les Végétaux.

L'INFLUENCE de l'air sur la végétation a été long-temps considérée comme très-importante, parce qu'on avait coutume de confondre avec elle celle de la lumière. Pour la réduire à ses véritables limites, dans lesquelles elle réclame encore beaucoup d'attention, il convient d'examiner l'atmosphère, 1° dans sa composition chimique intrinsèque ; 2° dans la nature des matières qui y sont suspendues ; 3° dans ses propriétés physiques ou mécaniques.

ARTICLE PREMIER.

De l'atmosphère considérée dans sa composition chimique.

La composition chimique de l'air atmosphérique est aujourd'hui bien connue des chimistes. Ils ont établi, par plusieurs voies diverses, qu'elle se compose de 79 parties en poids de gaz azote, et de 21 de gaz oxigène ; ils ont reconnu, de plus, qu'à moins de mélanges accidentels, cette proportion est constamment la même, soit dans les plaines, soit dans le haut des montagnes, soit dans

les lieux les plus sains, soit dans ceux qui paraissent les plus impurs. Cette circonstance prouve évidemment que la composition chimique de l'atmosphère n'influe en rien sur les variations de la végétation, livrée à elle-même. Des expériences de laboratoire ont tendu à prouver que l'oxigène agit sur la végétation, soit comme stimulant, soit comme étant susceptible de s'unir au carbone; que l'azote isolé est contraire à toute végétation ; que celle-ci peut avoir lieu dans un air qui renferme d'un 6e à 1/3 d'oxigène, mais que la proportion qui existe dans l'atmosphère est celle qui assure le mieux la santé du végétal. Comme ces effets sont, les uns hors du cours naturel des choses, les autres semblables partout, nous pouvons les négliger ici.

Nous reviendrons, en parlant de la nature du sol, sur l'action que l'oxigène de l'air atmosphérique exerce sur les racines.

ARTICLE II.

De l'atmosphère considérée dans les matières qu'elle charrie.

L'atmosphère peut, avec plus d'utilité, être considérée comme une espèce de véhicule général ou de réceptacle qui transmet aux végétaux foule de matières et d'impressions diverses. Nous avons déjà vu que les deux principaux agens de la végétation, la lumière et la chaleur, atteignent les végétaux le plus souvent au travers de l'air atmosphérique; nous allons jeter un coup-d'œil rapide sur les autres matières de natures très-diverses que l'atmosphère charrie et transmet aux plantes,

en laissant aussi de côté l'électricité atmosphérique dont nous avons parlé plus haut, chap. III, §. Ier.

§. 1. De l'humidité atmosphérique.

L'atmosphère est le réceptacle de toute l'humidité qui se déverse sur les végétaux à l'état de pluie, et dont nous étudierons l'histoire au chapitre suivant; mais, en outre, elle contient de l'eau dans un état de dissolution ou de mélange (car les physiciens ne sont pas d'accord à ce sujet). Cette humidité atmosphérique est tantôt combinée de manière à ne point altérer la transparence de l'air, tantôt mêlée avec lui sous forme vésiculaire, de manière à être visible.

L'eau contenue dans l'air sous forme invisible se mesure par le moyen des instrumens appelés hygromètres. Sa quantité est très-variable dans divers lieux et dans différentes époques. Cette quantité influe beaucoup sur la nature des climats; l'agriculteur n'a qu'une faible influence pour l'augmenter ou la diminuer; mais il ne doit pas moins en tenir compte, afin de combiner sa culture sur l'état du climat. C'est ainsi que, dans les pays où l'air est habituellement humide, on voit, en Angleterre, par exemple, les gazons se conserver sans peine, les prairies taller avec beaucoup de facilité, et leur multiplication devenir aisée; tandis que, dans ceux où l'air est sec, on voit réussir la culture des plantes grasses et de celles qui, comme la vigne ou l'olivier, craignent l'humidité; mais il faut faire attention que ces termes de sec et d'humide, non-seulement ne sont que des degrés comparatifs entre eux, mais sont modifiés par le degré de chaleur : l'air chaud peut contenir beaucoup

plus d'eau à l'état indivisible que l'air froid, sans la déposer; d'où résulte qu'une atmosphère très-transparente du midi contient ordinairement plus d'humidité et en dépose moins que celle du nord, qui paraît en contenir davantage. Ces idées doivent être toujours présentes à l'esprit dans la comparaison des climats, dans la pratique des naturalisations, et dans le transport d'une méthode de culture d'un pays à un autre.

L'influence de l'eau suspendue dans l'air à l'état vésiculaire est plus sensible à la vue, mais peut être moins bien mesurée que la précédente. Les brouillards, qui ne diffèrent des nuages que parce qu'ils touchent la surface de la terre, au lieu d'être à de grandes hauteurs dans l'air, ont presque toujours une action nuisible sur la végétation. En troublant la transparence de l'air, ils diminuent l'intensité de la lumière solaire, dont l'action est si nécessaire aux plantes. En mouillant les branches et les fruits, surtout à la fin de l'automne, ils facilitent, il est vrai, quelquefois l'accroissement des fruits charnus; mais, trop prolongés, ils déterminent facilement la pourriture, quand le temps est doux; si la moindre gelée survient, cette eau, déposée sur tous les végétaux, se congèle et forme le givre, qui nuit souvent aux branches délicates, et les tue quelquefois. Quand les brouillards règnent au moment de la fleuraison, ils se déposent sur les anthères en gouttelettes d'eau, altèrent le pollen, et empêchent la fécondation. C'est une des causes de stérilité que les cultivateurs ont coutume de confondre sous le nom de *ventaison* (1). Enfin la présence intempestive et prolongée

(1) Les autres causes de la ventaison sont l'action directe de la

des brouillards sur certains végétaux paraît y faciliter le développement des champignons parasites. C'est à cela que tient l'opinion populaire que la rouille ou le charbon sont dus aux brouillards. L'agriculteur n'a presque aucun moyen de se défendre de ces influences atmosphériques; mais il doit étudier son climat, afin de diriger le choix de ses cultures, de manière à adapter à un lieu donné celles qui redoutent le moins les accidens auxquels il est sujet.

§. 2. Des gaz contenus accidentellement ou en quantité variable dans l'atmosphère.

On peut dire avec vérité que l'atmosphère, recevant toutes les exhalaisons terrestres, doit contenir toute espèce de gaz; mais il n'y en a que deux qui soient assez abondans dans l'état de nature pour y être reconnus et pour mériter quelque attention.

Le gaz acide carbonique s'y trouve toujours, mais en quantité trop variable (1), pour qu'on puisse l'en regarder comme partie essentielle. Ce gaz est constamment exhalé par la respiration des animaux vivans et la décomposition des végétaux morts, et sans cesse décomposé par les végétaux vivans, pourvu qu'il soit en petite dose;

---

pluie sur les anthères, la rouille qui épuise la plante et l'empêche de nourrir ses graines, la température trop basse à l'époque de la fleuraison, qui produit le même effet, et peut-être l'influence de l'épine-vinette sur la fleuraison. Voy. ci-après, c. xv, art. 8.

(1) Voy. sur ce sujet le beau Mémoire de M. Th. de Saussure dans ceux de la société de physique et d'histoire naturelle de Genève, vol. 4.

il les tue, au contraire, lorsqu'il se trouve en trop grande dose, comme on le voit dans les expériences de laboratoire, et comme on le trouve dans quelques grottes naturelles. Quoique le rôle de l'acide carbonique soit donc très-important, en bien à l'état ordinaire, en mal dans quelques cas particuliers, il échappe à tous nos moyens d'action, et ne peut nous occuper ici.

Le gaz hydrogène ne se trouve pas libre dans l'atmosphère, au moins en quantité sensible à l'état ordinaire; on le trouve çà et là dégagé des marais et mêlé avec de l'acide carbonique, ou combiné avec le carbone. Pur ou mélangé, il paraît toujours nuire à la végétation. On le trouve aussi dans les mines, quelquefois même en abondance, et M. de Humboldt a remarqué que, dans ce cas, les plantes soumises à son action peuvent verdir, quoique privées de la lumière solaire.

Les conséquences de la civilisation tendent encore à introduire dans l'air atmosphérique d'autres matières gazeuses, parmi lesquelles nous devons mentionner la fumée et les gaz qui s'échappent des usines.

La fumée agit sur les végétaux vivans d'une manière toujours plus ou moins délétère. Son action se compose, 1° de la chaleur plus ou moins forte qu'elle communique à l'air; 2° de la quantité d'acide carbonique dont elle est mêlée; 3° des matières charbonneuses, de l'huile empyreumatique et de l'acide pyroligneux qu'elle contient. A ces divers titres, elle agit très-rapidement sur la santé des plantes. En plein air, elle s'élève rapidement, et il est rare qu'elle ait une grande action; mais elle est redoutable dans les appartemens, et surtout dans les serres. Celle de bois l'est particulièrement à cause de son

âcreté : il est peu de jardiniers qui n'aient vu ses effets sur les plantes enfermées. Lorsqu'elle est très-chaude, elle s'élève dans le haut des serres, et fait périr toutes les sommités des plantes. Cette action est très-rapide. J'ai vu, dans un léger incendie qui eut lieu dans le jardin de Genève en décembre 1829, toutes les plantes ou parties de plantes situées au-dessus d'une certaine hauteur périr sans rémission, quoique la fumée n'y eût pas séjourné plus d'une demi-heure. Il n'y eut que quelques plantes grasses qui échappèrent à cette action. Le premier effet de la fumée, lorsqu'elle est en faible quantité, est de faire tomber les feuilles ; si sa quantité est plus grande, elle noircit et brûle les jeunes pousses. Dans le premier cas, les jeunes bourgeons rétablissent la végétation par leur développement ; dans le second, il faut rabattre et couper jusque dans le vif toutes les branches attaquées.

Les gaz âcres ou acides qui s'échappent des manufactures de produits chimiques agissent sur les plantes même à très-petite dose ; le gaz acide hydrochlorique paraît le plus redoutable de tous ; le gaz acide sulfureux, quoiqu'un peu moins actif, l'est encore à un degré remarquable. Nous examinerons plus tard ces diverses matières, en nous occupant des empoisonnemens des végétaux (chap. XII, art. III).

§. 3. Des molécules pulvérulentes suspendues dans l'air.

Toutes sortes de molécules détachées des corps terrestres flottent dans l'air, et y forment une poussière imperceptible à la vue dans l'état ordinaire. Ces molécules deviennent bien visibles, lorsqu'on fait entrer un

rayon de soleil dans une chambre obscure, et on les voit se déposer sur tous les corps. Tant qu'elles sont en petite quantité, elles n'ont aucune action sur la végétation; mais lorsque la poussière est en quantité trop grande, elle se dépose sur les feuilles, en obstrue les pores, et finit par nuire sensiblement à la végétation, comme on le voit, soit sur les jardins voisins des routes, soit sur les plantes des serres. Dans le premier cas, on s'en garantit au moyen d'abris tels que des murs, des haies élevées et serrées, et surtout des haies d'arbres verts, tels que des thuya, des cyprès, qui font un obstacle continu, et qui supportent très-bien cette incommode situation. Quant aux plantes de serre, on les débarrasse de la poussière en épongeant les feuilles avec soin : dans tous les cas, des arrosemens par aspersion analogue à la pluie en débarrassent les feuilles. Cette poussière est surtout redoutable lorsqu'elle est de nature âcre, comme cela arrive quelquefois près des fabriques.

Les eaux de la mer, élevées par les vents dans les airs, et divisées en vésicules ou en molécules, emportent avec elles, selon toute probabilité, des molécules de sel qui se déposent là où la direction des vents les emporte ; c'est à cette cause, jusqu'ici peu étudiée, que j'attribue plusieurs faits populairement connus sur les côtes, tels que la supériorité de l'action de l'humidité marine, sur l'humidité qui provient des eaux douces, pour déterminer la rouille du fer, ou pour exciter certaines maladies locales, etc. C'est par ce sel flottant que je me rends raison de l'existence de certaines plantes sur les rochers maritimes, d'ailleurs inaccessibles à l'eau de mer, et de

la réussite de quelques autres dans les vallées très-éloignées de la mer, mais exposées au vent marin : ainsi le *crithmum maritimum*, et l'*inula crithmifolia*, qui croissent sur des rochers élevés, contiennent des sels de soude qui ne peuvent guère y pénétrer que par la cause que je viens d'indiquer. Ainsi les salsola, cultivés dans les champs exposés au vent de mer, contiennent des sels de soude, tandis qu'elles n'en contiennent aucuns lorsquelles croissent à égale distance de la mer, dans des lieux non exposés au vent marin.

Enfin, parmi les molécules que l'air transporte de tous côtés, on doit compter soit les graines très-petites de certaines plantes, soit surtout les germes de cryptogames. C'est de cette manière qu'on peut concevoir le développement des champignons, des lichens, etc. sur les surfaces exposées à l'air, et surtout à l'air humide, soit parce que l'humidité facilite l'adhérence des germes aux corps voisins, soit parce qu'elle favorise leur germination. Ces germes peuvent ainsi flotter plus ou moins long-temps, se transporter à de grandes distances, et se développer là où ils trouvent des circonstances convenables à leur existence.

ARTICLE III.

De l'Atmosphère considérée dans ses propriétés physiques ou mécaniques.

Parmi toutes les propriétés de l'atmosphère, et les variétés qu'elle peut présenter, deux seulement mériteront ici notre attention, savoir : 1° le degré de son agi-

tation ou de son repos ; 2° l'influence de sa densité ou de sa rareté.

§. 1. De l'agitation et du repos de l'air.

L'agitation excessive, brusque et immodérée de l'atmosphère, ou les vents violens, causent aux végétaux des accidens trop évidens pour qu'il soit nécessaire de les démontrer : ils déracinent les arbres, ou mal enracinés, ou trop exposés à leur action, ou plantés dans une terre trop légère ; ils rompent les troncs de ceux qui ont la cime trop forte pour leur tige, ou qui ayant été élevés en pépinières, se sont alongés plus qu'ils n'ont pris à proportion d'épaisseur ou de dureté ; ils brisent les branches, froissent les feuilles, font tomber les fleurs et les fruits, et leurs effets sont d'autant plus dangereux, que l'arbre est plus chargé de jeunes feuilles, ou qu'il porte plus de fleurs ou de fruits.

Les vents moins violens, mais plus continus, produisent des déformations remarquables : c'est ainsi que près des bords de la mer on voit fréquemment la cime des arbres toute déjetée du côté de terre, à cause de la fréquence habituelle des vents de mer.

Ces divers inconvéniens ont suggéré aux cultivateurs l'usage de soutenir les jeunes arbres fruitiers avec des tuteurs, c'est-à-dire, des pieux ou perches enfoncés solidement en terre, auxquels on lie la tige de l'arbre. Quoique cette méthode les empêche quelquefois d'être brisés, elle ne laisse pas que de nuire à leur vigueur ; la ligature, souvent trop serrée, qui unit l'arbre au tuteur, détermine fréquemment des étranglemens qui finissent

par faciliter sa rupture, et tout au moins le repos forcé qu'on donne à l'arbre ralentit sa végétation et diminue sa force.

Toaldo (1) avait déjà indiqué les effets favorables que le vent exerce sur la végétation en accroissant la circulation et les sécrétions; M. Knight a dès-lors démontré par des expériences décisives, que l'agitation déterminée dans les arbres par l'action des vents, facilite leur accroissement, probablement en augmentant l'évaporation, et en déterminant plus vivement le mouvement de la sève descendante. Un arbre retenu dans un repos complet par des obstacles disposés de manière à ne pas déterminer d'étranglemens, a beaucoup moins cru dans un temps donné qu'un arbre en liberté. Un autre individu retenu de manière à ne pouvoir se mouvoir que dans un seul plan, du nord au sud, par exemple, a fini par prendre une tige à coupe elliptique, parce qu'il avait cru beaucoup plus dans les deux côtés en mouvement que dans ceux en repos.

On savait déjà que la stagnation de l'air dans les serres était un obstacle à la santé des plantes; on attribuait cet effet à l'humidité de l'air, et on a appris, par les expériences précédentes, que le repos seul est déjà un obstacle à la santé des végétaux.

Il paraît donc que les vents modérés, indépendamment de leur utilité pour purifier l'atmosphère et mélanger les matières qu'il renferme, servent encore à la végétation, par le mouvement qu'ils impriment aux

(1) Journ. de phys., 5, p. 411; Météorol. applic. à l'agric., et Perrotti, *Fisiol.*, 1, p. 68.

plantes et surtout aux arbres. Il faut éviter de mettre des tuteurs aux arbres lorsqu'ils ne sont pas absolument nécessaires, et les en débarrasser dès que leur force le permet. Sous ce rapport, les pépiniéristes feront bien de ne pas trop vite enlever les jeunes branches latérales qui poussent le long des troncs, afin de laisser à ceux-ci ce moyen de nourriture et d'accroissement.

En parlant de l'action du vent sur les arbres, qu'on me permette de citer en passant le parti très-ingénieux que le célèbre mécanicien Conté avait tiré de cet effet. On sait que les palmiers ont une tige cylindrique très-élevée et élastique, que surmonte une houppe de feuilles. Dans les pays plats, comme l'Égypte, les vents continus qui y règnent déterminent sur ces arbres un mouvement continuel et assez régulier de va-et-vient. Conté eut l'idée d'en profiter pour faire mouvoir des pistons de pompe. Il lui suffit de faire attacher une corde au sommet de l'arbre, et cette corde, en tirant un piston, établissait ainsi une véritable pompe mue par le vent.

§. 2. De la densité ou de la rareté de l'air.

Tout le monde sait que, dans un pays donné, les plantes qui croissent au sommet des hautes montagnes sont souvent différentes, soit quant aux espèces, soit quant à leur apparence, de celles qui croissent dans la plaine; et comme la principale différence physique qui existe entre le haut et le bas d'une montagne, est que l'air est beaucoup plus rare vers le sommet qu'à la base, on en a conclu que le degré de rareté ou de densité de l'air avait une influence marquée sur la végétation. Cette

opinion a pris d'autant plus de force, qu'elle semblait propre à expliquer beaucoup de faits populaires, et qu'elle a été soumise pour la première fois à un examen rigoureux à l'occasion des pays équinoxiaux, où elle est plus soutenable que dans les nôtres. Mais quand on a étudié en détail les élémens divers qui influent sur la différence des végétaux des plaines et des montagnes, on s'est aperçu que le phénomène est beaucoup plus compliqué qu'il ne semble, et que la hauteur absolue d'un lieu agit sur la végétation sous plusieurs rapports indirects.

Ainsi, par exemple, 1° la température moyenne va en diminuant d'une manière sensible, et en suivant une marche graduée à mesure qu'on s'élève, de sorte qu'indépendamment de toute autre cause, les plantes du haut des montagnes ont des rapports marqués avec celles des pays beaucoup plus septentrionaux qu'elles. Dans nos climats, cent toises d'élévation absolue équivalent à peu près à un degré de latitude.

2°. La rareté de l'air des montagnes et la moindre épaisseur de l'atmosphère font que l'action de la lumière solaire est beaucoup plus intense dans les sommités que dans les plaines, et que, sous ce rapport, l'apparence de la végétation montagnarde est analogue avec celle des pays très-découverts, et où l'action de la lumière est vive. De là viennent les belles couleurs, les odeurs vives et les saveurs exaltées de plusieurs végétaux montagnards.

3°. L'humidité atmosphérique va en diminuant à mesure qu'on s'élève; de sorte que les plantes des montagnes, soumises à un air plus sec que celles des plaines, prennent un aspect particulier.

4°. Toutes ces causes sont encore modifiées par les expositions, qui sont plus variées dans les montagnes que dans les plaines, et dont l'effet devient d'autant plus important qu'on s'éloigne davantage de l'équateur. Sous la ligne, en effet, où le soleil agit également sur les deux flancs d'une montagne, la hauteur seule détermine la température, le degré d'éclairement, etc., tandis que, dans nos climats, le côté sud d'une montagne est plus chauffé et plus éclairé que le côté nord.

Si l'on fait abstraction de ces effets indirects de la hauteur et de quelques autres moins importans que j'omets à dessein, on verra que le degré de rareté de l'air ne paraît agir directement sur les végétaux que sous deux points de vue assez faibles, si on les isole, savoir : 1° en ce que les végétaux, devant absorber une certaine quantité d'oxigène pendant la nuit, peuvent plus difficilement remplir cette fonction dans un air plus rare; 2° en ce que l'évaporation aqueuse doit s'exécuter avec plus d'activité dans un air rare que dans un air dense.

Sans nier que toutes ces causes diverses n'aient quelque action, je crois avoir prouvé (1) que la différence de température des plaines aux montagnes était celle qui agit avec le plus d'énergie, et qu'à elle seule elle rend raison de presque tous les faits qui intéressent l'agriculture. Il résulte en particulier de la théorie et de l'observation, 1° que les plantes qui, dans les pays chauds, vivent au sommet des montagnes, peuvent parvenir dans le nord en vivant dans les plaines : ainsi, la pomme de terre s'élève jusqu'à 1500 toises au Chili, et vit dans

(1) Mém. de la soc. d'Arcueil, vol. 11.

les plaines de l'Irlande; 2° que les végétaux qui vivent dans les plaines du nord peuvent pénétrer dans le midi, en vivant sur les montagnes : ainsi le châtaignier, qui vit dans les plaines du nord, se trouve en Sicile sur le mont Etna; 3° que la limite de chaque végétation ou de chaque culture ne peut s'établir avec quelque rigueur qu'en désignant à la fois la latitude et la hauteur à laquelle elle parvient.

CHAPITRE VI.

De l'Influence de l'eau sur la Végétation,

ARTICLE PREMIER.

Effets généraux de l'eau sur les plantes.

C'EST une vérité reconnue de tout temps, et de ceux même qui ont le moins étudié, que, sans la présence d'une certaine quantité d'eau liquide, il n'y a point de végétation, et il est par conséquent inutile de démontrer l'importance de cet agent. Nous avons même tellement parlé de son action à l'occasion de la nutrition des plantes, que nous ne ferons que la rappeler en peu de mots.

L'action de l'eau sur la végétation peut se classer sous trois points de vue :

1°. Elle sert, en tant que charriant les matières solubles, végétales, animales, gazeuses ou terreuses qui forment les alimens des plantes. Sous ce rapport, il semble évident que, plus elle est chargée de ces matières nutritives, plus elle doit être utile ; mais il y a ici une restriction importante, c'est qu'il ne faut pas que ces matières diminuent trop sa fluidité, car alors elle obstruerait les orifices et les vaisseaux des plantes, et nuirait à leur santé.

2°. L'eau qui pénètre dans les végétaux s'y fixe elle-même sous deux formes : la plus grande partie y est déposée à l'état d'eau de végétation; elle peut en être chassée par l'évaporation; mais une proportion plus ou moins considérable de cette eau est absolument nécessaire pour les phénomènes de la nutrition. Une autre partie de l'eau se combine dans le tissu même du végétal, en fait partie constituante, et ne peut plus en être chassée par l'évaporation, même poussée au plus haut degré, comme elle peut l'être par la dessiccation artificielle.

3°. Enfin, l'eau sert à la végétation comme simple corps humectant, et par son action dissolvante et humectante sur tous les corps qui entourent les végétaux, et comme dilatant d'une manière purement mécanique les organes mêmes des plantes.

Je n'insiste pas sur ces divers objets à cause de leur simplicité, et je me bornerai même à rappeler en peu de mots les effets généraux de la rareté ou de la trop grande abondance d'eau pour les plantes vivantes, en faisant remarquer que chaque espèce, selon sa nature, en exige une quantité à peu près déterminée, mais très-variable de l'une à l'autre.

ARTICLE II.

Effets de la rareté de l'eau, et des moyens d'y remédier.

§. 1. Effets généraux.

La rareté de l'eau, si elle est momentanée, ou peu au-dessous de la limite naturelle, n'a d'autre action que de retarder un peu la végétation, et surtout celle des

parties foliacées; à un degré plus fort, elle détermine, si elle est rapide, la flétrissure ou fanaison des feuilles, surtout si celles-ci, placées à la lumière solaire, sont exposées à transpirer beaucoup; si elle est forte et prolongée, l'amaigrissement des parties, la jaunisse des feuilles, et souvent la chute des organes articulés; à un degré plus fort encore, elle détermine le desséchement et la mort du végétal. L'absence de l'eau est surtout grave pour les plantes aquatiques, qui sont dépourvues de cuticule, et parmi celles destinées à vivre dans l'air, pour celles qui évaporent beaucoup, telles que celles qui ont un grand nombre de stomates, qui ont les feuilles larges et la végétation rapide; elle l'est d'autant plus pour chacune d'elles, qu'elle est plus exposée à la chaleur et à la lumière.

Les moyens de remédier à la rareté de l'eau sont les arrosemens. Ceux-ci, considérés dans leur ensemble, se rangent sous deux classes : les arrosemens naturels et artificiels. Nous dirons quelques mots des premiers, où l'action de l'homme est presque nulle, et nous insisterons davantage sur les seconds.

§. 2. Arrosemens naturels.

Les arrosemens naturels sont essentiellement la pluie et la rosée, et on peut y joindre les arrosemens déterminés, soit par la fonte des neiges, soit par les cours d'eau naturels.

La pluie est un phénomène que l'agriculteur ne peut, il est vrai, déterminer à sa volonté, mais qu'il n'en doit pas moins étudier avec beaucoup de soin pour combiner

ses opérations d'après les probabilités les moins incertaines : ainsi, mieux on pourra pronostiquer l'arrivée future de la pluie, mieux on saura semer, planter ou récolter à propos. L'étude des pronostics météorologiques est donc un élément essentiel de l'agriculture pratique, et fait avec raison une des parties des sciences physiques qui a mérité l'attention et des praticiens et des théoriciens. Les pronostics, déduits de la baisse du baromètre, passent avec quelque raison pour être au nombre de ceux qui méritent confiance. Toaldo a déduit d'une longue suite d'observations que la pluie suit la baisse du baromètre sept fois sur onze; mais on peut arriver à une approximation un peu plus favorable, en n'observant que les baisses un peu marquées. Au reste, comme on ignore complétement la liaison physique qui existe entre la baisse du baromètre et la chute de la pluie, on ne peut donner à cet égard que des résultats purement empiriques.

On conçoit mieux, au premier aperçu, comment l'accroissement de l'humidité de l'atmosphère est une probabilité de pluie; mais on n'a pu encore lier avec quelque précision les observations de l'hygromètre avec les pronostics de la pluie; et il semble même, d'après Senebier, qu'une marche vive de l'hygromètre vers le sec est un indice de pluie prochaine. Cependant plusieurs des signes populaires qui paraissent mériter le plus de confiance tiennent à l'accroissement de l'humidité atmosphérique : ainsi, la blanche-gelée est, au printemps, et surtout en automne, un des signes de pluie les moins trompeurs; ainsi certaines pierres se chargent extérieurement d'humidité à l'approche de la pluie; ainsi la lune baigne, comme on dit, c'est-à-dire paraît entourée d'un cercle blanchâtre quand l'atmosphère est char-

gée d'humidité; ainsi la présence des nuages est à la fois une probabilité de pluie et un indice de l'eau soutenue dans l'air; les vents eux-mêmes, qui sont les meilleurs indices de l'état futur du temps, ne doivent cette qualité qu'à ce qu'ils influent sur l'état hygrométrique de l'atmosphère; ainsi, dans chaque pays, la pluie est annoncée par le vent qui vient de passer sur les grandes surfaces d'eau, ou par celui qui vient d'un pays plus chaud, parce que, en arrivant dans un pays plus froid, l'air est obligé d'y abandonner son humidité surabondante. C'est par l'une de ces raisons, et quelquefois par toutes les deux à la fois, que, dans la plus grande partie de l'Europe occidentale, les vents de sud et d'ouest sont des vents pluvieux, et ceux du nord et de l'est des vents secs. Ces idées générales sont modifiées dans chaque localité par des causes particulières qui méritent l'observation de l'agriculteur.

Celui-ci tire encore quelque parti de l'observation des mœurs des animaux et des phénomènes vitaux: ainsi, chacun sait que les insectes volent plus près de terre à l'approche des orages, et par conséquent les oiseaux qui, comme les hirondelles, prennent les insectes au vol, rasent la terre dans les momens d'orage imminent; les mouches, et surtout les stomox, piquent alors plus fréquemment et plus fortement; les pêcheurs ont remarqué que les poissons mordent plus vivement à l'hameçon; les personnes délicates attaquées de rhumatismes ou d'hémorrhoïdes, ou celles qui ont d'anciennes blessures, sentent quelquefois assez vivement ces incommodités à l'approche des orages; quelques végétaux même, tels que le souci pluvial, ferment leurs fleurs à cette époque.

Ces divers phénomènes vitaux, dont il serait facile de multiplier les exemples, paraissent tenir à l'état électrique de l'air, et annoncent presque exclusivement les pluies d'orage; l'état de l'électromètre le fait connaître avec plus de sûreté, mais quelquefois avec moins de promptitude.

La quantité moyenne de pluie qui tombe dans chaque pays mérite sans doute l'attention de ceux qui veulent comparer sous un point de vue statistique l'agriculture de divers pays; mais elle est tellement variable d'une année à l'autre, et les époques où tombe la même quantité de pluie dans diverses années modifient tellement son effet, qu'il serait dangereux pour le cultivateur pratique et local de mettre trop d'importance à ces résultats. Le système général de l'agriculture d'un pays est essentiellement basé sur cette donnée, et cette connaissance doit surtout être constatée lorsqu'il s'agit de transporter d'un pays à l'autre des espèces ou des méthodes nouvelles: ainsi, par exemple, les pluies d'automne au midi de la France sont peut-être, plus que la température, un obstacle à la naturalisation du cotonnier.

La pluie est un arrosement naturel dont l'effet sur la santé des plantes est fort supérieur à celui de tout arrosement artificiel : c'est un fait observé dès long-temps par les cultivateurs. On pourrait croire que cela tient à ce qu'il est plus abondant, plus uniformément réparti; et il n'est pas douteux que ces causes entrent pour quelque chose dans l'explication du phénomène; mais ce ne sont pas les seules, et entre autres preuves on peut citer l'observation souvent mentionnée, que la pluie ranime jus-

qu'aux plantes qui flottent à la surface des eaux (1). Il paraît qu'il faut rapporter une partie de cet effet salutaire, 1° à l'état électrique de l'atmosphère, dont j'ai parlé plus haut ; 2° à la nature même de l'eau de pluie. M. Brandes (2) a observé qu'elle contient habituellement des substances organiques et des sels, et qu'il est très-rare d'en rencontrer de pure : elle peut donc avoir, outre son effet d'humectation, une propriété nutritive et excitante.

La rosée est un phénomène atmosphérique dont la cause est plus facile à apprécier que celle de la pluie. Elle est due à ce qu'au moment du coucher du soleil, l'air diminue de température, soit par l'absence des rayons solaires, soit surtout parce que la surface du sol cessant d'être échauffée, continue à émettre une chaleur rayonnante qui s'échappe au travers de l'air, et tend à refroidir toute la couche d'air qui est au-dessus d'elle : cette couche refroidie ne peut plus soutenir l'eau qu'elle contenait, et celle-ci se dépose sur le terrain. Quand le ciel est couvert, l'effet n'est pas, à beaucoup près, au même degré, parce que les nuages réfléchissent de nouveau vers le sol les rayons calorifères, et alors il y a peu ou point de rosée : le même phénomène se remarque dans les lieux couverts et dans les forêts. La rosée est un arrosement naturel qui se verse sur les plantes périodiquement à l'heure où elle leur est le plus utile, et en quantité d'autant plus grande que le pays est plus chaud,

(1) Duhamel, Mém. acad. des scienc. de Paris, 1729.

(2) *Iarbuch der chem. und phys.*, 1826, p. 153; Bull. de Féruss. sc. chim., 8, p. 261.

que le soleil a été plus vif, et que l'évaporation a été plus grande : on ne doit donc pas s'étonner et de son extrême importance pour la végétation, et de ce que certains pays méridionaux peuvent, par son action, se passer presque complétement de pluie. Les plantes souffrent, en général, à l'ombre des arbres, parce que la rosée y est faible ou nulle, et c'est une des causes qui font qu'on trouve peu de plantes dans les forêts touffues.

Les arrosemens naturels produits soit par la fonte des neiges, soit par les cours d'eau, rentrent tout-à-fait dans les arrosemens artificiels, puisqu'on peut les diriger à volonté, et ne méritent pas, par conséquent, de nous occuper ici.

§. 3. Des arrosemens artificiels.

Les arrosemens méritent notre attention sous le rapport de la qualité des eaux, de l'époque où il convient d'arroser, de la dose ou de la fréquence des arrosemens, des organes qui doivent les recevoir, et des procédés divers par lesquels il convient de faire arriver l'eau aux végétaux, soit par arrosement proprement dit, soit par infiltration, soit par irrigation.

A. *Qualité des eaux.*

La condition la plus essentielle pour que l'eau soit propre à l'arrosement des plantes, c'est qu'elle contienne une certaine quantité d'air; l'eau distillée et l'eau bouillie sont peu ou point favorables à la végétation, et, parmi les eaux naturelles, celles qui renferment beaucoup d'air

conviennent mieux que les autres : sous ce rapport, les eaux qui ont été long-temps exposées à l'air conviennent mieux que celles qui ont été renfermées dans des cavités naturelles ou artificielles ; celles qui ont été agitées violemment, et par conséquent mêlées avec l'air, mieux que les eaux tranquilles. La présence de l'air atmosphérique est déjà utile ; mais celle du gaz acide carbonique est plus précieuse encore pour la végétation, et l'eau en reçoit toujours une certaine quantité lorsqu'elle est exposée à l'air.

Une seconde qualité, utile dans les eaux d'arrosement, c'est de renfermer une certaine quantité de matières végétales et animales en solution, soit parce que ces matières fournissent à l'eau du gaz acide carbonique, soit parce qu'absorbées par les plantes elles leur servent d'aliment immédiat : ainsi, les eaux qui coulent des habitations des hommes ou des animaux, celles qui recouvrent leurs immondices, les eaux de fumier et de mares, celles où il s'est développé des végétaux ou des animaux infusoires en abondance, celles où l'on a fait vivre des poissons ou d'autres animaux qui y déposent leurs immondices, celles où l'on a fait corrompre des matières végétales ou animales, etc., sont toutes supérieures à l'eau trop pure. Je reviendrai sur ce sujet à l'occasion des engrais, et je me borne à l'indiquer ici succinctement.

Les eaux d'arrosement doivent bien contenir une petite proportion des sels terreux dont les végétaux ont besoin, tels, par exemple, que le carbonate de chaux ; mais si la quantité en est trop considérable, ou si, au lieu de carbonates, on y trouve des sulfates ou des muriates en trop grande dose, les eaux deviennent nuisibles à la végétation ;

les dépôts de sels terreux obstrúent les spongioles et les vaisseaux des racines, encroûtent les surfaces des plantes délicates, et forment à la surface du sol une croûte qui empêche le passage de l'air. On évite jusqu'à un certain point ces inconvéniens, en laissant reposer l'eau avant de l'employer, pour laisser aux sels terreux le temps de se déposer; si les sels terreux sont en grande dose, et qu'on ne puisse avoir d'autre eau à employer, on peut, en la faisant tomber sur des amas de fagots (comme on le fait dans certaines salines), forcer les sels terreux à se déposer sur eux, et obtenir ainsi de l'eau qui a le double avantage d'être moins terreuse et plus aérée; les sels terreux les plus dangereux sont en général les sulfates de chaux qui constituent les eaux dites séléniteuses. Quant aux eaux salées, leur effet varie beaucoup selon la dose de sel marin qui s'y trouve: lorsqu'il y en a peu, elles servent d'excitans et favorisent la végétation au point que, dans quelques cas, on emploie le sel comme engrais; quand il y en a beaucoup, elles rendent la terre tout-à-fait stérile.

La température de l'eau d'arrosement doit être prise en considération; les eaux très-froides nuisent à la plupart des plantes, et il convient en général d'arroser avec de l'eau qui ait été long-temps exposée au soleil; cette précaution est surtout importante pour les semis et pour les plantes de serre: on place les vases qui contiennent l'eau dans la serre plusieurs heures avant de les employer, afin qu'ils y prennent une température convenable. Peut-être certaines plantes alpines ont-elles besoin au contraire d'être arrosées avec de l'eau très-froide; leur station peut le faire présumer; mais je ne connais aucune expérience de culture qui le démontre.

B. *Époques des arrosemens.*

L'arrosement doit être à peu près nul en hiver, soit parce que la plupart des plantes sont alors dans un état de repos presque complet, soit parce qu'elles reçoivent en général plus d'eau à cette époque qu'elles n'en réclament. Parmi les cultures de pleine terre, il n'y a que les prairies qu'on arrose encore quelquefois en hiver, mais surtout en automne et au printemps. On nomme *marcite* (1), en Lombardie, des prairies que l'on recouvre pendant tout l'hiver d'une couche d'eau qui se renouvelle. Ces arrosemens par inondation, comme on les fait alors, servent à faire pénétrer de l'humidité au travers du gazon compacte des souches des graminées, qui, grâces à leur tissu siliceux, peuvent la supporter, et en même temps ils contribuent à faire périr les autres plantes qui s'y trouvent mélangées, et qui ne peuvent supporter une si grande quantité d'eau; ils peuvent encore servir à déposer des molécules nutritives sous forme vaseuse, et l'on sait que les inondations de plusieurs rivières servent éminemment sous ce rapport.

Les plantes de serre doivent être peu arrosées pendant l'hiver, et surtout les plantes grasses, celles à tige ou racine molle ou à feuilles susceptibles de peu d'évaporation. On doit, en général, attendre de voir les feuilles légèrement fanées pour arroser les plantes de serre, à moins qu'il ne s'agisse de forcer leur végétation, et qu'on

---

(1) Berra, *delle Prati del basso milanese*, in-8°, 1822; Bull. sc. agr., 3, p. 78.

ne leur donne en les arrosant le plus de lumière et de chaleur qu'on le peut.

Au printemps, la terre est ordinairement très-imbibée d'eau, et les arrosemens doivent être, en général, peu abondans. Tant que les nuits sont fraîches, il convient de le faire le matin plutôt que le soir.

Les arrosemens des jardins doivent devenir d'autant plus considérables, qu'on approche des chaleurs de l'été, époque où le soleil est plus ardent et le sol plus sec, où par conséquent l'évaporation est très-forte, et où les racines trouvent moins à pomper. A cette époque de l'année, il convient d'arroser le soir (en imitation de l'effet de la rosée), parce que l'humidité s'évapore moins vite, et pénètre plus facilement; mais, dans les grands jardins, on est souvent obligé d'arroser toute la journée afin de pouvoir suffire à la besogne, et on n'en éprouve d'autre inconvénient que l'obligation de rendre les arrosemens plus abondans pour suppléer à l'évaporation. Quelques plantes à tissu très-susceptible de pourriture, telles que le pourpier par exemple, se trouvent mieux d'être arrosées pendant l'ardeur du soleil, afin qu'il ne reste pas d'eau stagnante à leur base.

A mesure qu'on approche de l'automne, les arrosemens doivent devenir moindres, surtout pour les plantes où l'on veut accélérer la maturité des fruits, et assurer celle des graines; ils doivent aussi être diminués pour les espèces délicates, qui ont besoin alors d'aoûter leur bois pour passer l'hiver.

C. *Quantité de l'arrosement.*

La fréquence ou la dose de l'arrosement doit varier non-seulement d'après les saisons, comme je viens de l'indiquer, mais encore d'après plusieurs autres circonstances que j'indiquerai rapidement.

1°. Le but de la culture : si une plante est cultivée pour profiter de ses feuilles, il faut l'arroser beaucoup plus que lorsqu'on la soigne pour ses fleurs, et elle a besoin de moins d'arrosement encore lorsqu'on la cultive pour l'usage de ses fruits ou de ses graines.

2°. La profondeur des racines : l'arrosement doit être d'autant plus fréquent, que les racines sont plus superficielles; d'autant moins, qu'elles sont plus profondes.

3°. La structure des parties foliacées est encore un indice important : celles qui évaporent beaucoup, telles que les plantes annuelles à larges feuilles, doivent être beaucoup plus arrosées que les plantes vivaces et à petites feuilles ou à feuilles grasses.

4°. La consistance des tiges et des racines sert encore à guider le cultivateur : les racines à fibres charnues, comme les protea, craignent les arrosemens trop abondans, et redoutent aussi la sécheresse; les plantes à tubercules, ou à bulbes, ou à feuilles charnues, peuvent supporter long-temps la sécheresse, et s'accommodent bien d'arrosemens rares et abondans.

5°. L'époque de la végétation est encore très-essentielle à consulter : les jeunes plantes en germination ont besoin d'arrosemens légers et fréquens ; celles qui sont dans la force de l'accroissement, d'arrosemens abon-

dans ; celles qui mûrissent leurs fruits ou leurs graines, d'arrosemens rares ; celles qu'on vient de transplanter, d'arrosemens abondans.

6°. La nature du sol modifie évidemment ces données : plus il est léger, plus il faut arroser fréquemment et largement ; plus il est compacte ou argileux, plus les arrosemens doivent être rares.

7°. Les arrosemens doivent être, on le conçoit sans peine, plus fréquens quand la température est plus élevée, la clarté plus vive, l'atmosphère plus sèche, et les arrosemens naturels plus rares, tandis que l'inverse a lieu dans les circonstances contraires.

D. *Organes à arroser.*

Deux classes d'organes peuvent recevoir les arrosemens : les racines et les feuilles. Il convient d'arroser les racines plutôt que les feuilles : 1° lorsqu'il s'agit de plantes à feuilles grasses et susceptibles de s'altérer par l'humidité ; 2° lorsqu'on arrose des plantes à une époque où le terrain lui-même est desséché, comme au fort de l'été ; 3° lorsqu'on est obligé d'arroser pendant la grande ardeur du soleil, parce que les gouttes d'eau qui tombent alors sur les feuilles y déterminent souvent des brûlures.

Il convient, au contraire, d'arroser sur les feuilles par aspersion, 1° lorsque ce sont des feuilles peu altérables par l'humidité ; 2° lorsqu'on arrose dans le printemps et dans des époques où le terrain est imbibé d'humidité ; 3° lorsque l'atmosphère est très-sèche ; 4° lorsque les feuilles sont couvertes de poussière, comme cela a lieu

quelquefois dans les serres ou dans les jardins voisins des grandes routes.

Les racines ne pompent que par leurs extrémités : il convient donc de placer l'eau de l'arrosement d'autant plus loin du tronc, que les racines sont plus prolongées ou les arbres plus âgés. La longueur des branches est, en général, proportionnée à celle des racines, et l'on se trompe peu en plaçant l'arrosement sur le bord d'un cercle déterminé par la circonférence de la cime. Dans le cours naturel des choses, la pluie qui tombe est éloignée de la base du tronc, et va tomber tout autour de l'arbre, là précisément où se trouvent les extrémités absorbantes des racines. Lorsqu'on porte l'arrosement immédiatement à la base, on risque de faire pourrir le pied de la tige, et on perd une grande quantité de l'eau, qui n'arrive point aux racines. Ainsi l'arrosement des promenades, par exemple, doit se faire au pied des arbres quand ils sont jeunes, et à une distance toujours plus grande à mesure qu'ils avancent en âge, et toujours proportionnée à la grandeur de leur cime.

E. *Des arrosemens par des vases transportables.*

Presque tous les arrosemens de jardins, et quelques-uns de ceux qui se font en plein champ, s'exécutent en transportant l'eau dans des vases de formes diverses. Les arrosoirs qui sont les plus usités diffèrent essentiellement entre eux par la grandeur de leurs orifices ; et, sans entrer ici dans des détails trop triviaux, nous dirons seulement que plus les plantes sont délicates, plus il est nécessaire de rétrécir l'orifice des trous de la grille, afin que l'eau

divisée ne déracine pas la plante par son impulsion, et ne la charge pas d'un poids trop grand pour elle. On se sert aussi avec utilité, pour économiser les bras, de brouettes qui portent des tonneaux, desquels on tire l'eau avec des arrosoirs, ou desquels elle coule par des orifices latéraux. Ces orifices sont munis d'un boyau en cuir, qui conduit l'eau sur les plates-bandes, et auquel on peut adapter à volonté une grille d'arrosoir pour les cas où il convient de déterminer une aspersion. Les pompes à bras sont aussi utilement employées pour déterminer ou une pluie générale sur un jardin, ou un arrosement par aspersion sur des espaliers, etc. Cette méthode a, dans quelques cas, l'avantage d'abattre la poussière, et de répandre un peu d'humidité dans l'air d'un enclos. Elle offre plus d'analogie avec la pluie; mais elle est encore bien loin d'atteindre à l'utilité de la moindre pluie pour l'arrosement.

On est obligé d'arroser fréquemment les plantes cultivées en vase, parce que l'évaporation emporte plus facilement l'humidité de la terre qui les nourrit, et qu'on ne peut y verser beaucoup d'eau à la fois, ou parce qu'elle s'échappe par l'orifice inférieur s'il y en a un, ou parce qu'elle pourrit les racines si le vase est clos. Cette évaporation de l'eau des vases est surtout très-prononcée dans les vases non vernissés : on est alors obligé, au moins dans les pays chauds et secs dans les grands jardins, à enterrer les vases pour les mettre à l'abri de la dessiccation : le seul inconvénient de cette excellente méthode est que les racines sortent par le trou inférieur, pénètrent dans le sol et y prennent souvent un développement tel, que lorsqu'en relevant le vase, on rompt cette

racine, il en résulte souvent la mort de la plante. On obvie à ce danger en ayant soin de faire tous les quinze jours soulever légèrement les vases enterrés, afin de rompre les petites racines avant qu'elles aient acquis de l'importance. Cette méthode a encore, dans plusieurs cas, l'avantage d'être une occasion de retourner les vases de manière à éviter la déformation des plantes produite par l'inégale répartition de la lumière.

Cependant l'arrosement par vases transportables est, dans certains cas impossible, et dans d'autres trop peu abondant, pour qu'on n'ait pas cherché des moyens de remédier à ces obstacles: c'est ce qui a déterminé les arrosemens par infiltration ou par irrigation, dont nous allons parler.

F. *Des Arrosemens par infiltration.*

On désigne par ce terme le procédé, applicable avec quelques modifications en grand et en petit, qui consiste à placer près des plantes un dépôt d'eau qui, en s'imbibant lentement et régulièrement dans le terrain où les racines sont plongées, leur fournit leur aliment avec une mesure telle qu'on ne puisse craindre ni les sécheresses, ni les inondations momentanées.

C'est ainsi que dans la culture la plus minutieuse et la plus soignée des plantes en vases, on place à côté des pots à arroser un bocal plein d'eau qui communique avec la terre du vase par un ou plusieurs fils de laine; ceux-ci portent continuellement une petite quantité d'eau du bocal au vase : ce procédé s'applique à la culture des protea, des bruyères, et à l'arrosement des boutures, et

surtout des boutures en l'air. C'est ainsi qu'on place les vases qui renferment des nymphæa, des sarracenia, ou d'autres plantes aquatiques, dans d'autres vases pleins d'eau qui leur fournissent continuellement par infiltration l'humidité qui leur est nécessaire.

On se sert à Corfou d'un procédé analogue à ceux-ci pour l'arrosement des orangers : il consiste à placer des vases poreux pleins d'eau enfoncés dans le terrain à la place même où se trouvent les racines des orangers ; par-là on n'a besoin que d'une petite quantité d'eau qui est placée précisément au lieu où elle est utile.

La nature nous offre fréquemment des arrosemens par infiltration : ainsi, les terrains sablonneux du bord des lacs ou des rivières, sont souvent arrosés de cette manière à de grandes distances. Ce phénomène se présente d'une manière singulière dans les dunes du bord de la mer: non-seulement par un effet de l'attraction capillaire, l'eau s'élève ou se maintient beaucoup au-dessus du niveau de la mer, mais encore cette eau (soit qu'elle soit tirée de la mer ou qu'elle provienne de l'eau de pluie conservée) est toujours douce : c'est ce qui explique la possibilité d'une végétation souvent très-active dans des dunes qui semblent, au premier coup-d'œil, condamnées à la stérilité.

On a imité ces procédés dans la grande culture en établissant des fossés pleins d'eau à côté des terrains cultivés auxquels on désire faire parvenir une humidité continue. Cette méthode est très-utile dans plusieurs localités où la pluie ne tombe qu'à de longs intervalles. On a débattu s'il convenait mieux de faire ces fossés couverts ou découverts : les premiers ont l'avantage d'em-

pêcher l'évaporation, et quelquefois de permettre l'emploi de la surface qui est au-dessus; mais, en général, on préfère les derniers, soit par économie de construction, soit parce qu'on a l'avantage de voir journellement si l'eau y est en quantité suffisante, ou s'il s'y forme quelque éboulement qui exige des réparations.

G. *Arrosement par irrigation.*

L'irrigation consiste à déterminer un courant d'eau plus ou moins continu qui vient aboutir, soit directement aux végétaux qu'on veut arroser, soit dans leur voisinage pour s'y infiltrer. Ce procédé constitue pour ainsi dire à lui seul une science tout entière dont je ne dois exposer ici que les principes, en tant qu'ils sont directement relatifs à l'état des végétaux, et en laissant de côté toutes les théories purement hydrauliques ou mécaniques.

L'irrigation se pratique fréquemment dans les pépinières et les jardins potagers, et surtout dans les pays chauds, où il est presque impossible de suffire autrement à la quantité d'eau qu'exige la rapidité de la végétation. Pour cela on établit des rigoles dans les plates-bandes, et on dispose celles-ci de manière à pouvoir remplir successivement les rigoles générales et partielles. Ce procédé a l'inconvénient d'entraîner le terreau le plus menu et le plus dissoluble; pour y obvier, on doit avoir soin de donner très-peu de pente aux rigoles qui sont les plus voisines des plantes, et de distribuer ces rigoles de manière qu'elles ne soient pas trop près des plantes, et que l'eau arrive à celles-ci par infiltration plutôt que par contact.

Quant aux irrigations qu'on exécute en grand, elles sont principalement destinées aux prairies de graminées et aux rizières, et, dans ces deux cas, les inconvéniens dont je viens de parler ont peu d'importance. Les irrigations, soit en grand, soit en petit, sont d'une telle importance dans les pays chauds, que c'est principalement au midi de l'Europe que cet art a été étudié. Les Maures, en Espagne, ont fait à cet égard d'immenses travaux, et le seul réservoir connu sous le nom de Pantano de Tibi(1) est un monument d'hydraulique appliquée à l'agriculture, qui démontre leur génie. On trouve aussi de beaux travaux d'irrigation dans les Pyrénées, dans la Provence, dans les Cévennes (2), et surtout une admirable distribution des eaux dans toute la Lombardie.

L'étude des irrigations se compose de celle du réservoir et de celle des rigoles.

Le réservoir général de l'eau peut être ou plus bas ou plus haut que le sol qu'on veut arroser. Lorsqu'il est plus bas, il faut commencer par élever l'eau qu'il renferme au-dessus du niveau du sol. On exécute cette opération par une foule de procédés qui sont en rapport avec les localités et la quantité d'eau à élever. Le plus fréquemment employé est une roue à auges, mue par des chevaux, si l'eau est stagnante, ou par le courant de l'eau elle-même, si c'est une rivière. Ces auges, percées par le fond pour laisser échapper l'air, soulèvent une

(1) Voy. Townsend, Voyage en Espagne; Jaubert de Passa, etc.

(2) Voy. Mémoire sur les arrosemens des Cévennes, par d'Hombres-Firmas; Ann. d'agric. franç., 2e, 1er, vol. 7.

quantité d'eau qui se verse dans un réservoir situé au sommet du cercle décrit par la roue; et on peut obtenir ainsi ou une irrigation continue, ou un dépôt d'eau. On se sert quelquefois de pompes pour obtenir le même résultat; mais les roues à auges l'emportent, en général, par la facilité de leur emploi.

Lorsqu'on peut disposer d'une chute d'eau, ce qui a lieu ou par une chute naturelle, ou par la dérivation d'un courant, on peut alors obtenir, par le bélier hydraulique de Montgolfier, l'élévation à une hauteur considérable d'une masse d'eau, assez forte pour servir à l'irrigation en grand des prairies. Cet appareil ingénieux, dont le principe semble paradoxal, et dont l'exécution présente quelques difficultés, mérite l'attention des cultivateurs éclairés, et je ne saurais trop les engager à ne pas se laisser rebuter par les premières difficultés. J'ai vu à Annonay, dans la propriété de M. de Canson, gendre de Montgolfier, un bélier hydraulique qui, au moyen d'une chute de 20 pieds obtenue par la dérivation d'une petite rivière, élève à 160 pieds une quantité d'eau de 8 pouces cubes d'eau par minute, quantité plus que suffisante pour arroser un vaste terrain. Ce terrain, auparavant cultivé en champ, a pu être transformé en prairie, et a acquis ainsi une valeur fort supérieure à celle qu'il possédait, et qui paye avec bénéfice douze mille francs qu'a coûté la construction du bélier.

Les réservoirs plus élevés que le sol sont formés ou par les eaux élevées par les moyens indiqués tout à l'heure, ou par la dérivation des eaux des rivières, ou par la stagnation, soit naturelle, soit artificielle, des eaux de la pluie dans un terrain supérieur, ou par des citernes dans

lesquelles l'on reçoit l'eau qui coule sur les toits, etc. En général, ces réservoirs, quelle que soit leur origine, sont préférables quand ils peuvent être assez grands pour que l'eau y soit long-temps stagnante avant de l'employer, afin qu'elle puisse et se réchauffer et s'aérer, et qu'il s'y développe des matières végétales et animales. Sous ce triple point de vue, il convient que le réservoir soit à ciel ouvert, et non pas renfermé.

Le réservoir doit être construit de manière à ne point laisser écouler l'eau, ce qu'on obtient, ou par des constructions soit en maçonnerie soit en briques, ou, ce qui est plus applicable en grand, en le pavant de terre glaise battue: souvent la nature du sol dispense de tous soins à cet égard. On doit y placer une écluse ou bonde susceptible de s'ouvrir et de se fermer à volonté. Sa force et les moyens de clôture sont proportionnés à la masse de l'eau.

Du réservoir part un canal principal qu'on nomme canal de dérivation : il a pour but de porter l'eau directement aux parties qui doivent être arrosées. Ce canal est, dans les grandes entreprises de ce genre, une opération considérable, et qui rentre dans les ouvrages d'architecture hydraulique. Lorsqu'on approche du terrain à arroser, on établit des rigoles ordinairement latérales, et dont chacune est susceptible de recevoir à volonté une certaine quantité d'eau. La direction du canal, et surtout la distribution des rigoles maîtresses et secondaires, est une opération qui, bien que susceptible d'être entièrement soumise aux lois de l'hydraulique, est tellement subordonnée à la connaissance des plus légers mouvemens du terrain, qu'il n'est pas rare de voir les simples

paysans des régions où cet art est populaire, exécuter, par intuition, des opérations qui sembleraient exiger de profondes connaissances. En général, on peut établir pour règle que la largeur et la profondeur des rigoles doivent aller en diminuant à mesure qu'elles se subdivisent; que leur pente doit aller toujours en diminuant, à mesure qu'on approche de son extrémité, où l'eau se déverse sur les prairies; que les embranchemens doivent se faire, autant que possible, sous des angles aigus, là où il n'y a point d'écluses pour changer la direction; qu'enfin, la pente des rigoles extrêmes doit être d'autant plus faible, que la quantité de limon est plus considérable, afin de lui donner le temps de se déposer, tandis que les eaux très-limpides n'agissent presque que comme corps humectans. L'emploi du niveau d'eau est ordinairement nécessaire dans les pays de plaines, pour combiner exactement ces opérations. Quant aux pays de montagnes, il est rare qu'on ne sache pas diriger à la vue les conduites d'eau sur des espaces où l'inégalité est si frappante; et l'une des principales attentions qu'on doit y avoir est de diminuer la rapidité des cours des eaux, afin d'éviter qu'elles n'entraînent le terrain.

L'irrigation par rigolage s'exécute de trois manières: ou par le mouvement continu de l'eau, comme dans les jardins; ou par inondations momentanées, comme dans les prairies; ou par inondations permanentes, comme dans les rizières. La première méthode nuit à la nature du sol, parce qu'elle entraîne habituellement le meilleur terrain; la seconde tend à l'améliorer, parce qu'elle amène et dépose sur lui un limon fin et des molécules nutritives; la troisième a bien, comme la précédente, l'avantage de

conduire un limon fertilisant sur un terrain donné; mais la grande masse de l'eau et son séjour prolongé sur la rizière font qu'elle tend sans cesse à s'infiltrer dans les terrains voisins, et à détruire les cultures qui redoutent l'humidité: c'est la cause qui fait périr les arbres, par exemple, dans le voisinage des rizières.

Lorsque, dans l'un ou l'autre de ces systèmes, on a déversé sur le terrain une certaine quantité d'eau supérieure à celle qu'il peut absorber, on doit avoir préparé quelque moyen d'enlever celle qui se trouve surabondante: cette opération, inverse de la précédente rentre dans ce que nous aurons à dire des desséchemens.

ARTICLE III.

Des effets de la trop grande abondance d'eau, et des moyens d'y remédier.

---

§. 1. Effets généraux.

La trop grande abondance d'eau produit tous les effets inverses de ceux que nous avons tout à l'heure attribués à la rareté: à un premier degré, et pour un temps court, elle accélère la végétation des parties foliacées, et tend à retarder celle des fleurs et la maturation des fruits; à un degré plus grand, elle détermine la désarticulation des organes articulés, ou la pourriture des parties vertes, si la plante est exposée à l'obscurité, ou un développement outre mesure de ces mêmes parties, si la plante est exposée à la clarté; l'eau stagnante sur le sol vers le collet des

plantes offre, outre le danger de les pourrir, l'inconvénient d'empêcher l'abord de l'oxigène de l'air vers les racines. Les plantes qui souffrent le plus de l'abondance de l'eau, sont les plantes grasses, les plantes bulbeuses, celles à racines charnues ou à feuilles sèches, et en général toutes celles à végétation lente et susceptibles de peu de transpiration. L'humidité excessive devient plus dangereuse pour chacune d'elles quand elle est exposée ou à une faible clarté, ou à une température plus basse que celle qui lui est nécessaire.

La *phyllomanie*, ou l'exagération du développement des parties foliacées, est déterminée par la trop grande abondance de l'eau, lorsqu'elle se trouve combinée avec une température élevée : on cherche à la déterminer artificiellement dans la culture des prairies et de plusieurs légumes ; on la regarde, au contraire, comme un accident grave dans toutes les cultures où l'on cherche à produire des fleurs, des fruits ou des graines. Un cas extrême de la phyllomanie est celui où les organes floraux tendent à se développer en feuilles ; c'est ce qu'on observe souvent dans les années trop humides : alors les carpelles, les étamines, les pétales ou les sépales, tous ensemble ou séparément, prennent la consistance foliacée ; il en résulte presque toujours l'avortement des fruits et des graines. Quelques-unes de ces monstruosités, telles que l'anémone à cœur vert, l'anémone sylvie à carpelles foliacés, ou la julienne dite à fleurs vertes, sont cultivées dans les jardins des fleuristes pour leur bizarreries, et sont susceptibles de se conserver par division ; mais ce n'en sont pas moins des maladies ou des monstruosités,

La trop grande abondance d'eau nuit encore aux végétaux, en rendant leur tissu plus mou, et par conséquent plus susceptible d'être pourri ou gelé, en rendant leurs saveurs plus fades, leurs odeurs plus faibles, etc. : dans quelques plantes, par exemple dans le faux-acacia, elle détermine une jaunisse des feuilles très-analogue, à la vue, à celle que la sécheresse détermine dans la plupart des autres.

J'ai déjà indiqué, en parlant de l'atmosphère, l'influence de l'humidité atmosphérique sur les végétaux, et je ne reviendrai pas sur ce sujet.

Les moyens d'empêcher l'eau de nuire aux végétaux peuvent se ranger sous deux chefs généraux : il s'agit, en effet, ou d'exclure des terrains cultivés de l'eau plus ou moins stagnante, ou d'empêcher de l'eau en mouvement de les atteindre.

§. 2. Des desséchemens.

Pour commencer ce qui tient aux desséchemens par les cas les moins importans, nous rappellerons ici ce que nous avons dit ailleurs du danger de l'humidité dans les serres: qu'elle y soit à l'état d'eau ou à celui de vapeur, elle y fait presque toujours plus de mal que le froid; le seul moyen de s'en préserver efficacement est d'aérer la serre, autant que la température extérieure le permet, de la chauffer, et surtout de combiner ces deux moyens, c'est-à-dire de l'ouvrir en même temps qu'on la chauffe, afin de mettre l'eau en vapeur au moment où l'ouverture des châssis et le mouvement de l'air tendent à l'emporter.

Dans les cultures en vase ou en caisse, on a toujours

soin, pour préserver les racines de l'humidité stagnante, de pratiquer un trou au fond du vase, afin de lui donner un écoulement, et de recouvrir ce trou de débris de briques, afin que la terre meuble sorte le moins possible avec l'eau. Quant aux caisses qui renferment des végétaux qu'on arrose peu, comme l'oranger, on peut se dispenser de les trouer par le bas; mais on se trouve bien de mettre au fond de la caisse une couche de gravier ou de morceaux de briques qui reçoivent l'eau surabondante dans leurs interstices.

Ce moyen est analogue à celui qu'on emploie dans les lieux très-humides de la Hollande, pour la plantation des arbres : on place des fascines au fond du creux où l'on plante l'arbre, et on ménage ainsi un lieu d'écoulement à l'eau surabondante, tant que l'arbre est assez jeune pour en souffrir. Ce procédé mérite d'être recommandé dans tous les pays humides.

Quant aux terrains de moyenne grandeur qu'on veut priver de leur eau surabondante, on possède quelques moyens faciles d'y parvenir : les uns tiennent à l'amendement du sol, nous en parlerons plus tard; les autres rentrent entièrement dans l'objet dont nous nous occupons ici : telle est la formation de mares ou de fossés larges et profonds, mais sans écoulement, qui, en réunissant la plus grande partie de l'eau dans un lieu déterminé (pour lequel on choisit le point le plus bas), met tout le reste dans un état de dessiccation ou de moindre humidité; tels sont les fossés ou canaux de desséchement qui vont porter l'eau ou dans la mare, ou dans quelque lieu sablonneux où elle puisse s'imbiber. Ces canaux peuvent se faire à ciel ouvert, et alors on les dispose

précisément en sens inverse des canaux d'irrigation : on commence par des rigoles nombreuses et superficielles qui se réunissent graduellement en canaux plus considérables. Souvent aussi, pour ne pas perdre la surface du sol, on creuse sous terre des canaux dirigés vers le point le plus bas; on les remplit de grosses pierres qui laissent entre elles un passage à l'eau et qui soutiennent le sol; on recouvre le tout de terre, de sorte que la surface est susceptible de quelque produit. Ce procédé doit surtout être recommandé pour le desséchement des prairies humides, vu que le gazon formé à la surface par les souches des graminées, contribue efficacement à ce que le sol se soutienne bien au-dessus des canaux empierrés. On emploie depuis quelques années en Angleterre un instrument expéditif pour creuser les rigoles d'écoulement sous le gazon des prairies : on lui donne le nom de *charrue-taupe*.

Mais lorsqu'il s'agit de terrains humides fort étendus, ou de véritables marais, les divers procédés que nous venons d'indiquer doivent recevoir des développemens proportionnés au but qu'on se propose.

Lorsque les marais sont peu inondés, soit par leur propre nature, soit par le succès des opérations de desséchement, on peut tenter d'y établir des végétaux vivans comme moyen de dessiccation : ceux-ci offrent l'avantage de pomper l'eau dans le terrain par leurs racines, et de la lancer continuellement en l'air par leurs feuilles sous forme de vapeurs. On peut juger de cette influence desséchante des végétaux par ce que nous avons dit (liv. II, chapitre IV) de leur transpiration. Un hélianthe tire du sol et exhale dans l'air vingt onces d'eau par jour : faut-il

s'étonner si, dans les terrains marécageux et fiévreux de l'Ohio, entre Zanersville et New-Lancaster, on cultive en grand cette plante comme moyen d'assainissement (1)? Plenck (2) estime qu'en moyenne un arbre, à supposer que chaque feuille exhale dix grains, émet dans l'air trente livres d'eau par jour, et il suppute que si on suppose des plantes à un pied de distance et exhalant dix-huit onces d'eau par jour, il s'élèvera d'un arpent de 32,240 pieds carrés une quantité d'eau qui formerait un lac de quarante-cinq pouces de profondeur si elle ne s'évaporait pas à mesure. Lors même que ce calcul serait un peu exagéré, il peut donner une idée du service que les végétaux peuvent rendre comme moyen de desséchement; mais pour que ce service soit réel, il ne faut planter dans les marais que des arbres à végétation très-rapide, afin qu'ils soutirent beaucoup d'eau, et des arbres qui fassent peu d'ombre et peu d'obstacle au vent, afin de laisser à l'évaporation naturelle toute son action. Sous ce double rapport, le peuplier d'Italie est l'arbre qui convient éminemment dans les marais; sans doute il rapporte moins que le saule, mais il contribue éminemment à la dessiccation. Lorsqu'il est planté dans ce but, on doit le mettre en lignes régulières, et espacées de manière à ce que l'ombre des uns tombe sur les autres, et que l'air joue facilement; on doit aussi ne pas les laisser vieillir, mais les arracher au bout de quinze à vingt ans, pour les remplacer par de jeunes pieds, qui pompent davantage d'eau et font moins d'ombrage.

(1) Nouv. Ann. des voyages, 1828, p. 332.
(2) Physiol. végét., trad. franç., p. 61, 62.

Mais les véritables marais n'ont point d'arbres et ne peuvent en recevoir, parce que l'eau stagnante autour de leurs racines les fait toujours périr. L'art de dessécher ces vastes terrains, au moins inutiles pour l'agriculture, et souvent dangereux pour la santé publique; l'art, dis-je, de dessécher les marais est une application très-importante de l'hydraulique, et constitue, pour ainsi dire, une science particulière. Les Hollandais s'y sont voués avec un succès et une persévérance remarquables. Quelques parties de la France et de l'Italie ont été rendues à la culture par des procédés ingénieux: il ne m'appartient point de les décrire ici en détail: je dois me borner à en indiquer les principes.

On connaît deux moyens généraux de rendre les marais à l'agriculture : l'un, c'est d'en enlever l'eau surabondante sans élever le sol; l'autre, d'élever le terrain de manière à empêcher l'eau de s'y rendre. On les désigne par les noms de desséchement par *écoulement*, ou par *attérissement*.

Dans la première de ces méthodes (1), on doit distinguer avant tout les marais plus élevés que le lieu de décharge, et ceux qui se trouvent naturellement plus bas que le réservoir général où l'eau peut s'écouler. Ce point fondamental est quelquefois difficile à fixer, quand la différence de niveau est très-faible ou quand les niveaux eux-mêmes sont variables. On conçoit cependant que les

(1) Voyez sur ce sujet d'excellens articles insérés dans le Dict. d'agric. par M. Chassiron. Ce qui suit en est un extrait; je dois dire seulement que j'ai vu en pratique dans les divers pays cités les méthodes dont je fais mention.

premières recherches doivent être nécessairement dirigées sur la fixation de ces niveaux.

Ce point une fois résolu, il y a deux classes d'opérations à exécuter, savoir : de défendre le terrain que l'on veut dessécher contre l'arrivée des eaux extérieures, et de faire écouler l'eau intérieure. Sous ce double rapport, il y a d'immenses avantages à opérer sur l'étendue totale d'un marais plutôt que sur une portion. C'est la législation qui doit préparer les voies de ces grandes opérations, l'administration qui doit en faciliter les moyens, et surtout l'esprit d'association qui peut seul en assurer le succès. Lorsqu'on n'opère qu'un dessèchement partiel, on ne peut ni se débarrasser des eaux circonvenantes, ni empêcher leur infiltration sans des travaux difficiles et d'autant plus dispendieux, qu'on agit sur des espaces plus petits.

Le moyen ordinaire pour se défendre contre l'abord des eaux est d'entourer le terrain qu'on veut dessécher par une levée en terre, qui forme comme un mur de ceinture. Cette levée se fait avec la terre même du marais, et en creusant deux fossés, l'un extérieur, l'autre intérieur. Ces fossés de ceinture et de contre-ceinture tendent déjà à écouler une partie de l'eau. La levée doit être faite de manière à reposer sur la zone du terrain qui arrête l'infiltration. Cette zone est ordinairement d'argile. Si on ne l'atteignait pas, l'eau filtrerait sous la levée. Lorsqu'on l'atteint, on a soin d'amalgamer la terre de la levée avec celle de la base, quelquefois même de recouvrir la levée en glaise du côté extérieur, et alors on peut se regarder comme étant à l'abri des eaux qui peuvent venir du dehors.

On consolide et on conserve les levées en les plantant. On ne doit pas y mettre de grands arbres, parce qu'ils arrêteraient l'action de l'air, et que, placés sur une éminence factice, ils sont souvent déracinés par le vent, et tendent alors à faire des brèches à la levée. Il convient mieux de planter celle-ci ou en buissons productifs, comme l'osier, ou en arbustes à racines traçantes, comme l'hippophaé, ou en roseaux, qui tendent à consolider le terrain.

Lorsque l'abord des eaux extérieures est devenu impossible ou suffisamment difficile, on s'occupe des moyens d'écouler celles qui se trouvent dans le terrain enclos, soit qu'elles proviennent de l'infiltration par sa base ou de l'eau des pluies accumulée faute de pente. On établit dans ce but des canaux de décharge à pente douce et uniforme. C'est un art délicat que la distribution des embranchemens de ces canaux, qu'il faut distribuer de manière à recueillir le plus d'eau possible, en faisant le moins de dépense et le moins de perte de temps que la localité le comporte. La connaissance détaillée de la localité doit beaucoup influer sur la marche qu'il convient de suivre. Dans les pays montueux, les marais n'ont souvent besoin pour être desséchés que d'ouvrir ou un fossé ou une galerie au travers de l'éminence qui l'empêche de couler; mais dans les grands marais des plaines les opérations sont souvent fort compliquées. En général, on doit bien combiner la grandeur des canaux, de manière à ce que ceux qui reçoivent les eaux des rigoles soient assez larges pour les contenir. On doit éviter le plus possible les changemens brusques de direction, parce que ce sont des points où il se forme facilement des

dépôts qui obstruent les canaux. On doit éviter les changemens brusques de niveau, parce qu'ils nécessitent des écluses. On doit faire attention à conserver dans la partie supérieure quelques dépôts d'eau pour servir aux arrosemens des parties qui deviendront cultivables et dans les marais maritimes ou saumâtres, pour servir au dessalement de la surface du sol. Enfin, lorsqu'il est des portions du marais qui exigeraient de trop grands travaux pour en écouler l'eau, il vaut mieux les réserver ou même les creuser pour y former des lacs ou des mares qui servent à recevoir l'eau surabondante des parties voisines. Ces mares servent quelquefois à l'arrosement, et en les peuplant de poissons, on en retire souvent un produit aussi avantageux que de leur culture.

Les marais voisins de l'Océan offrent ceci de particulier, que lors même qu'ils sont en moyenne plus élevés que le niveau de la mer, ils se trouvent souvent plus bas qu'elle au moment de la haute marée. Cette circonstance exige de les munir d'écluses qui permettent l'écoulement de l'eau quand la marée est basse, et qui empêchent l'entrée de l'eau de la mer quand celle-ci se trouve plus haute que les canaux.

On est même parvenu à dessécher des marais ou habituellement plus bas que la mer, ou qui ne peuvent avoir d'écoulement que dans des momens très-courts des plus basses marées. Il n'a fallu rien moins que l'industrie et la persévérance des Hollandais pour obtenir un pareil résultat. Ils y sont parvenus par le procédé suivant : ils forment un fossé dans le point le plus bas pour en recevoir l'eau; dans ce fossé ils placent une vis d'Archimède, mue par un petit moulin à vent; cette vis porte l'eau à

un fossé supérieur, duquel un appareil semblable la conduit à un troisième fossé; et ainsi, en répétant la même opération autant de fois qu'elle est nécessaire, ils sont parvenus, au moyen du vent presque permanent de leurs plaines, à desséchcr les terrains creux de la Nord-Hollande au point d'en pouvoir former des prairies, et de n'avoir plus à craindre l'infiltration et la stagnation habituelles des eaux.

Les divers procédés que nous venons d'indiquer tendent bien à débarrasser le terrain de l'eau actuellement surabondante; mais ils ne remédient que peu ou point à la cause du mal, savoir, l'abaissement du sol. Les dessèchemens par *atterrissement* ou par *accoulis* ont pour but d'élever graduellement le sol au niveau suffisant pour le mettre à l'abri des eaux stagnantes. Ce procédé, qui n'est, comme nous le verrons, que l'imitation de la marche de la nature, a, dit-on, été inventé par Toricelli), cet élève de Galilée, qui a aussi inventé le baromètre), à l'occasion du dessèchement de la vallée de la Chiana en Toscane, où j'ai eu occasion d'en admirer la simplicité et l'efficacité. Dès-lors il a été employé dans quelques parties de l'Italie, comme, par exemple, près Bologne, par le cardinal Buoncompagno, etc.; mais il n'a été bien apprécié que par les travaux que M. Fossombroni a fait suivre dans la vallée de la Chiana, et par l'admirable ouvrage dans lequel il les a décrits. Ce procédé consiste à conduire sur le terrain qu'on veut élever de l'eau chargée de molécules terreuses, de l'y retenir en repos jusqu'à ce que ces molécules se soient déposées sur le sol, et de faire sortir l'eau ainsi dépouillée pour la remplacer par de nouvelle eau terreuse. Pour cela on di-

vise l'espace en compartimens séparés par de petites levées et d'une grandeur proportionnée, soit à la quantité de l'eau dont on peut disposer, soit au temps qui est nécessaire pour le dépôt des molécules. Dans la vallée de la Chiana, où toutes les circonstances sont favorables, et où l'art des atterrissemens a été fort étudié, on est parvenu à exhausser le sol d'un compartiment d'une toise en trois ans, et en variant méthodiquement la place des atterrissemens, on a presque entièrement aujourd'hui achevé de conserver cette vallée, jadis infecte et marécageuse, en un sol riche, fertile et couvert des cultures les plus productives.

Les circonstances les plus favorables pour l'emploi de cette méthode sont d'avoir à sa disposition plusieurs ruisseaux d'eau chargée, non de gravier, mais de sable ou de petites molécules terreuses; ce qui se rencontre surtout au pied des montagnes de schiste, ou, en général, de terrain facile à entraîner. Lorsqu'on n'a qu'un seul torrent de ce genre, on est obligé de faire des travaux préparatoires pour le diviser, et lorsqu'on ne peut le faire, on est contraint d'opérer sur de grands espaces; par conséquent, on n'obtient qu'un atterrissement qui, étant réparti sur un terrain plus vaste, l'exhausse tout entier, mais d'une faible quantité.

C'est précisément là ce qui se passe dans le cours naturel des choses; les rivières entraînent perpétuellement la terre meuble des sommités qu'elles rongent, et la déposent partie dans leurs lits qu'elles exhaussent, partie à leur embouchure, où elles forment des dépôts triangulaires, tels que le Delta du Nil, la Camargue du Rhône, etc. Dès que la rivière reçoit un accroissement

momentané, elle inonde ses rives, et y dépose une quantité quelconque de molécules terreuses : ce sont ces inondations qui élèvent graduellement le fond des vallées, et qui en fertilisent la plupart; mais, quand l'homme les redoute outre mesure, quand il veut établir dans une vallée sujette aux inondations, ou des habitations nombreuses, ou des cultures qui craignent l'eau, alors il entoure la rivière par des digues; cette rivière ne pouvant plus déverser sur les bords le limon qu'elle renferme; ou le dépose à son embouchure, et, en augmentant la masse du dépôt, tend à y gêner la navigation et à y créer des marais, ou le dépose au fond de son lit et l'exhausse d'autant plus : alors on est obligé de relever les digues, et le relèvement des digues ne fait qu'augmenter les effets déjà indiqués et préparer un danger nouveau. Tel est l'état singulier où se trouvent aujourd'hui la Lombardie et la Hollande; leurs fleuves qui, dans le cours naturel des choses, auraient dû, par des inondations légères et sans danger, élever graduellement le terrain, ont été encaissés dans des digues, et sont aujourd'hui soutenus au-dessus du sol, qu'ils menacent sans cesse des inondations les plus redoutables.

§. 3. Des digues.

La protection des terrains cultivés contre l'eau en mouvement se présente sous deux formes assez différentes, selon que le mouvement de l'eau est déterminé : ou par la pente de son lit, comme dans les torrens et les rivières; ou par l'action des vents, comme dans les lacs et les mers.

L'art d'éviter les accidens causés par les torrens con-

siste essentiellement à diriger leurs cours, et surtout dès leurs parties supérieures, de manière ou à en abréger la durée, ou à en ralentir la marche, ou à en détourner le cours sur des terrains moins précieux ou moins mobiles : de même que, dans l'éducation morale, il est plus habile de diriger vers le bien les caractères trop ardens plutôt que de chercher à les comprimer sans cesse, de même aussi on doit éviter d'encaisser les rivières par des digues continues, dont j'ai montré tout à l'heure les inconvéniens, et les réserver pour les points très-menacés, ou pour ceux où l'on veut opérer un changement de direction. Les digues, réduites à ces limites, sont des ouvrages d'art éminemment utiles pour le présent et pour l'avenir; on les construit en divers matériaux, dont le choix se détermine d'après les circonstances locales, ou en pierres, ou en pieux, ou en claies d'osier qui retiennent des graviers, ou enfin en levées de terre, soit nues, soit plantées d'arbustes à racines traçantes. Les premiers moyens doivent être préférés lorsqu'il s'agit de torrens très-rapides, ou qu'on est obligé de diguer très-près du courant; les derniers sont préférables par économie, lorsqu'il s'agit de rivières moins rapides, ou qu'on peut se contenter de diguer à une certaine distance du courant. Ainsi, les parties inférieures du cours de la Loire et de la Durance sont bien contenues par de simples levées en terre; on a dû planter celles de la Durance, parce que son cours est plus rapide et plus irrégulier.

L'action des torrens, dans les pays de montagnes, est d'autant plus redoutable que le terrain est plus meuble : c'est sous ce rapport qu'on doit recommander de maintenir en forêts ou en prairies les terrains en pente exposés

aux eaux courantes, et que les défrichemens qui ont pour but de les mettre en terres labourables tendent souvent à dénuder les rochers et à diminuer la fertilité des montagnes. Les réglemens qui ont pour but d'arrêter les défrichemens des terrains en pente rapide, sont donc sages et utiles; mais il en est souvent autrement lorsqu'on étend ces réglemens, comme j'en ai vu bien des exemples, à des terrains de plaine où ils ne font qu'arrêter l'essor de l'industrie agricole.

Les bords des lacs et des mers ont rarement besoin de digues, si ce n'est dans des points déterminés où l'on a intérêt à protéger une ville, un port, etc., et alors ce travail est étranger à l'agriculture; mais on a été obligé de construire dans la Hollande des digues contre l'eau du golfe de Zuiderzée, lequel n'est pas, comme la véritable côte maritime, protégé naturellement par des dunes ou des amas de sable. Les digues par lesquelles les Hollandais sont parvenus à protéger leur pays contre les inondations, et on pourrait presque le dire sans exagération, à se créer une patrie, sont de trois sortes : 1° des digues en pierre de taille qui sont réservées pour les points très-menacés et très-importans, comme la pointe du Texel; 2° des digues en plantes marines, dont je ne connais qu'un seul exemple dans l'île du Texel : cette digue est formée d'un immense amas de *zostera marina* (appelée *vier* en hollandais), qu'on récolte sans cesse dans la mer pour l'entretenir, et qu'on préfère à toute autre production analogue à cause de son inaltérabilité; 3° des levées en terre ou en sable recouvertes de paille placée en long dans le sens de la pente, et fichée aux deux extrémités dans le sable par des crochets en bois : la vague s'élève

sans obstacle le long de ce talus recouvert de paille, qui l'empêche d'enlever le sable, et elle glisse en redescendant le long de la paille : cet appareil, admirable par sa simplicité, a besoin d'une surveillance continuelle sur tous les points, car la moindre brèche suffit pour inonder un espace considérable de terrain.

Tels sont les procédés divers par lesquels l'homme est parvenu à se mettre en général à l'abri du fléau dévastateur des inondations. Je n'ai pas besoin, sans doute, de rappeler que ce sujet s'éloigne trop du but de cet ouvrage et de mes propres connaissances, pour que j'aie dû ni pu faire autre chose que de rappeler à la mémoire les faits principaux. Je désire cependant ne pas le quitter sans mentionner un procédé très-ingénieux, par lequel il paraît que M. Venetz mettra désormais la vallée de Bagnes, dans le Valais, à l'abri d'un genre singulier d'inondation. Cette vallée est traversée dans sa partie supérieure par un glacier qui y forme un mur transversal : ce mur retient l'eau des sommités, et forme peu à peu un lac qui finit, au bout d'un temps fort long, par rompre sa digue et inonder la vallée. M. Venetz a imaginé de former au-dessus du glacier de petites mares peu profondes, dont l'eau se chauffe en été par l'action du soleil, et de diriger cette eau ainsi chauffée sur le glacier même, de manière à en fondre une portion suffisante pour maintenir un passage ouvert aux eaux supérieures.

Ces faits ne tiennent, je le sais, que de loin à la physiologie, et je termine en demandant excuse pour une digression que mon plan général avait presque rendue nécessaire, et que j'ai tout au moins cherché à abréger autant qu'il m'a été possible.

CHAPITRE VII.

De l'Influence du sol sur la Végétation.

§. 1. En général.

L'INFLUENCE du sol a été niée par quelques physiciens qui, ayant élevé des plantes dans de l'eau seule, avaient cru que l'eau et l'air pouvaient suffire à leur existence: mais si la réunion de ces deux agens peut suffire dans quelques cas particuliers et dans des expériences de cabinet, il faut convenir que dans le cours ordinaire des choses, le sol exerce une action puissante sur les végétaux, soit à titre de simple support, soit par son action sur l'arrosement et sur la nutrition elle-même : tous les faits relatifs à la géographie botanique et à la culture des plantes, démontrent cette influence de la manière la plus complète; mais l'action est tellement complexe, qu'il est difficile d'en faire une exposition méthodique : elle est en effet liée avec toutes celles que nous venons d'examiner, et il est difficile d'isoler par la pensée les différentes influences qui résultent des qualités physiques ou chimiques, médiates ou immédiates, du terrain dans lequel les plantes sont exposées à vivre. Cet examen est d'autant plus utile, que l'industrie de l'homme a plus d'action sur le sol que sur la plupart des autres agens de la végétation. Nous tenterons donc d'analyser cette action en

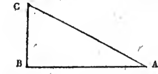
commençant par les points de vue purement physiques et relatifs au sol considéré comme support, pour passer ensuite aux questions compliquées d'élémens chimiques et relatives à la nutrition ; nous examinerons ensuite dans les chapitres suivans les moyens dont l'homme est en possession pour modifier les qualités du sol.

§. 2. De l'inclinaison du sol.

L'inclinaison du terrain influe sur la végétation sous divers rapports médiats, mais d'une médiocre importance : 1° elle se lie avec l'action de la lumière et de la chaleur, en tant qu'elle l'accroît si elle a lieu vers le midi, et la diminue si elle a lieu vers le nord; 2° elle se lie à l'action de l'eau, sous ce point de vue que la partie supérieure des terrains en pente est plus sèche, et la partie inférieure plus humide que la moyenne du lieu, et que les terrains planes sont plus sujets aux inondations générales ou locales. Sous ce dernier rapport, la culture des plaines exige quelques précautions. Ainsi, dans les terrains humides, on cherche à produire des inégalités factices par les labours ou le creusement des fossés, afin de se débarrasser de l'eau stagnante, et, dans certains cas, on cherche à corriger les dépressions locales du sol, afin d'éviter les petites mares qui détruisent souvent les plantes par l'effet d'une trop grande humidité.

Laissant de côté ces faits déjà appréciés en parlant de l'humidité, et considérant l'inclinaison du sol en elle-même, nous pourrons dire qu'en général elle mérite peu d'intérêt quand elle est faible; mais que si elle passe les

limites ordinaires, elle donne lieu à quelques questions dignes d'attention. Les arbres et la plupart des plantes croissent dans une situation verticale relativement à l'horizon, de telle sorte que, tandis qu'ils forment un angle droit en tout sens avec les terrains planes, ils forment avec les sols en pente deux angles, l'un aigu du côté supérieur, et l'autre ouvert du côté inférieur. Il résulte de là que, si on suppose des plantes peu ou point rameuses, comme des peupliers d'Italie ou des tiges de blé, le nombre de celles qui peuvent vivre sur une surface donnée n'est pas plus grand sur un plan incliné AC qu'il ne le serait sur la base AB, quoique le premier soit sensiblement plus long.



C'est d'après ce principe que les terrains en pente sont réduits dans les cadastres à l'espace plane qu'ils occupent sur la surface du globe. Mais il faut remarquer que ce raisonnement n'est pas applicable à tous les végétaux. S'agit-il d'herbes rameuses et couchées comme la plupart des prairies, et surtout de forêts composées d'arbres à branches étalées, comme des chênes ou des hêtres? Le nombre des individus qui peuvent vivre sur la pente est sensiblement plus considérable que ceux qui vivraient sur sa base, parce que les branches, ne venant pas toutes à la même hauteur, ont plus de place pour s'étaler.

La culture des terrains en pente exige quelques pré-

cautions. Ainsi, selon les climats et la nature des productions, il convient de diriger les labours à retenir plus ou moins l'humidité du sol par des rigoles transversales, si on veut le maintenir humide, ou verticales, si on veut l'avoir très-sec.

Le principal inconvénient des terrains en pente est la facilité avec laquelle la partie meuble ou soluble du terreau est entraînée vers le bas par l'action des eaux. On a tenté plusieurs moyens d'y remédier, selon les cultures et les localités.

Le plus efficace, lorsqu'il entre dans le système de l'économie locale, est de conserver les terrains inclinés, soit en forêts ou en taillis, soit en prairies naturelles. Les forêts et les taillis retiennent la terre par l'entre-croisement de leurs racines, et par les obstacles multipliés que leurs tiges et leurs branches opposent à sa chute. On sait que, dans les pays de hautes montagnes, on est souvent obligé de conserver certaines forêts comme préservatifs contre les avalanches et les éboulemens : lorsque les forêts servent ainsi à retenir le terrain, on doit les exploiter en coupant çà et là des pieds isolés, ou même ne faire que les émonder. Les prairies de graminées sont, à raison de l'entre-croisement des racines et de la multiplication des souches, un autre moyen indiqué par la nature pour conserver les terrains en pente, et il est peu de montagnes où l'on ne voie des exemples évidens de leur efficacité. Il n'est pas rare, dans les Alpes, les Cévennes, les Pyrénées, de voir des prairies prospérer dans des pentes tellement abruptes, que, lorsqu'il s'agit de les faucher, les ouvriers sont contraints de se soutenir par des cordes, et que le foin se jette dans les

plateaux inférieurs, vu qu'il serait impossible de l'emporter des lieux presque inaccessibles où on a été le couper. On ne saurait donc, en général, trop recommander aux propriétaires des forêts ou des prairies situées sur des pentes abruptes, de les respecter comme le meilleur de tous les moyens pour conserver leur terrain sans embarras et sans dépense.

Mais il est des cas où l'on veut décidément cultiver un terrain en pente, et on y est en effet obligé pour certaines cultures, telles que la vigne et l'olivier, qui se plaisent dans les terrains secs et dans les expositions méridionales, deux circonstances que les pentes réunissent plus fréquemment que les plaines. Dans ce cas, on se trouve bien de soutenir, d'espace en espace, le sol incliné par des murs transversaux : ces murs peuvent être, par économie, faits en pierres sèches et sans mortier, afin de favoriser l'écoulement des eaux, et il suffit en général de les élever à la hauteur du sol, afin de ne pas porter ombre sur les végétaux cultivés. On transforme ainsi un terrain en pente en une succession de terrasses horizontales. On peut voir à quel point ce procédé permet de profiter des pentes les plus abruptes, en parcourant les vignes de la Vaud, près Vevai, et surtout la plupart des pentes des Cévennes, où la vigne, l'olivier et le mûrier sont cultivés dans des localités à peine accessibles (1). Lorsque la pente est moins considérable, ou le terrain moins mobile, on peut se contenter de former des fossés obliques ou transversaux, qui empêchent les

(1) Voy. Mém. de M. Chaptal parmi ceux de la soc. d'agric. de Paris, vol. 1, p. 407.

eaux supérieures de se diriger dans le sens de la pente, et d'entraîner la terre. Quand on laboure à la charrue, on a soin de faire les sillons transversaux pour concourir au même but. Il arrive souvent que, malgré ces précautions, une partie du terrain, et c'est toujours la plus meuble et la plus précieuse, coule graduellement vers le bas du coteau, en laissant le haut dénudé. Cet accident est fréquent dans les vignes, et surtout dans celles que l'on cultive à la bêche en montant verticalement : on est alors obligé de remonter vers le sommet les terres surabondantes qui se sont entassées vers la base. Le plus souvent cette remonte des terres se fait à dos d'hommes, opération pénible et dispendieuse, et qui ne peut être faite avec profit que dans les localités où la culture de la vigne est assez productive pour payer de tels frais.

Lorsque les vignes sont abondamment fumées, et qu'elles sont sur un terrain en pente, il arrive que les eaux entraînent toujours vers le bas une partie de la matière la plus soluble des engrais; on se trouve bien, par conséquent, de fumer davantage le haut de la pente, puisque le bas profitera d'une partie de l'engrais du haut. Il n'est pas rare de voir les prés ou les champs situés au-dessous des vignes fumées profiter tellement de ces écoulemens nutritifs, qu'ils suffisent pour les faire prospérer. La nature du sol et la direction de ses couches établissent cependant de grandes différences à cet égard.

§. 3. De la nature physique du sol considérée indépendamment de son action nutritive.

Le sol se compose de deux parties bien distinctes, 1° sa base minéralogique, qui sert, pour ainsi dire, de

support général au terrain; et 2° le terreau, ou terre végétale, dans lequel les plantes végètent. La terre végétale elle-même se compose, 1° de parties terreuses proprement dites, qui sont en général fournies par les dégradations ou les détritus de la base minéralogique; et 2° les matières d'origine végétale ou animale, qui sont plus ou moins solubles dans l'eau, et qui forment la partie la plus nutritive du terrain. Cherchons d'abord à apprécier ici les effets indépendans de la nutrition, ou qui n'ont sur elle qu'une action médiate et éloignée.

Un effet peu important, mais qui mérite une mention occasionelle, c'est l'influence de la couleur du sol. Les terrains noirs ou de couleur foncée, tels que les terrains schisteux ou volcaniques, ou abondamment imprégnés de matières organiques, sont plus facilement échauffés par les rayons du soleil, et peuvent ainsi, dans quelques cas spéciaux, nourrir des plantes qui ont besoin de plus de chaleur. J'ai déjà dit que des grappes de vigne placées sur des ardoises ont mûri plus tôt qu'à l'ordinaire. On se sert, dans quelques cas très-rares, de cette propriété en agriculture: ainsi, les habitans du village du Tour, dans la vallée de Chamouni, se servent d'un schiste noir réduit en poudre, pour en saupoudrer au printemps leurs champs couverts de neige : cette poussière noire, en se réchauffant au soleil, accélère la fonte de la neige, et ils hâtent ainsi d'une ou deux semaines, à ce qu'ils croient, l'époque où leurs champs peuvent commencer à végéter. La température du sol semble encore modifiée par d'autres circonstances : la manière dont la neige fond au printemps sur divers terrains peut en donner une idée ; il m'a paru qu'elle fond plus vite sur les terrains fertiles que sur les sols infertiles;

ce qui pourrait indiquer que la fermentation lente qui s'y exerce par la décomposition des matières organiques en élève un peu la température; elle fond aussi plus vite sur les terrains compactes que sur les sols très-légers, peut-être parce que l'eau fondue s'écoule trop facilement dans ceux-ci, tandis que lorsqu'elle reste à la surface du sol, elle accélère la fonte de la neige juxta-apposée.

L'hygroscopicité du terrain, c'est-à-dire la propriété plus ou moins active qu'ont les diverses terres pour s'emparer de l'humidité et pour la retenir, est au nombre des points de vue sous lesquels le sol a de l'action sur la végétation : les terres siliceuses sont, de toutes les terres, celles qui retiennent le moins l'humidité; les alumineuses sont celles qui la retiennent le plus (1); les terres calcaires tiennent le milieu entre ces deux extrêmes. Il résulte de là que les terrains plus abondamment munis de silice seront souvent préférables dans les climats pluvieux ou les localités humides, tandis que l'inverse aura lieu pour les terres trop alumineuses, et qu'en moyenne les terres calcaires sont préférables aux deux autres. Kirwan a prouvé, par des analyses comparatives, que le terrain qui est regardé dans divers pays comme le meilleur pour la culture du froment, est loin d'être le même partout : il contient beaucoup plus d'argile dans les pays où il pleut rarement, et par-là conserve quelque humidité dans l'intervalle d'une pluie à l'autre; il contient plus de silice dans les pays où il pleut souvent, parce que l'eau

(1) M. Rivière nomme *hydrophores* les matières qui attirent et conservent fortement l'humidité de l'air et de la pluie, et conseille d'en placer auprès de certains végétaux, comme magasins d'humidité. Voy. Mém. de la soc. linn. de Paris, 1825, n. 3.

s'en évaporant plus facilement, se retrouve plus rarement dans un état de surabondance. Cet exemple tend à prouver combien il faut se défier des conséquences absolues qu'on voudrait tirer des analyses des terrains, si on les considérait comme isolées de toutes les autres circonstances qui influent sur la végétation.

Plusieurs terrains de carbonate de chaux étant facilement solubles à l'eau, il en résulte qu'après une pluie ou un arrosement il s'en dissout une partie, qui, à raison de l'évaporation, forme à la surface une croûte solide; cette croûte est souvent nuisible à la germination des jeunes plantes, et nuit aux plantes délicates en empêchant l'action de l'air sur les racines. Cet inconvénient n'a point lieu dans les terrains siliceux, parce qu'ils ne sont pas sensiblement solubles à l'eau : c'est une des causes pour lesquelles la terre de bruyère est favorable à la germination et à la végétation des plantes délicates.

Mais de toutes les circonstances purement physiques celle qui influe le plus sur la végétation est la consistance du sol, et nous devons en étudier ici les effets.

Les terrains trop tenaces ou trop compactes nuisent à la végétation, en empêchant le développement des racines, et surtout en s'opposant à l'action de l'air sur ces organes. Ce sont, comme chacun sait, les terrains les plus rebelles à la végétation et à la culture. Il suffit, pour s'en convaincre, de jeter les yeux sur les espèces qui présentent à un plus haut degré ce genre d'inconvénient, savoir, les rochers et les terres glaises. Voyons cependant comment la nature agit pour les soumettre à la végétation, et comment l'homme peut imiter son action.

Lorsqu'un rocher est mis à nu, il arrive, au bout d'un temps plus ou moins long, ou que ses moindres fis-

sures reçoivent un peu d'humidité, et que la gelée le fait fendiller davantage; ou que ses parties les plus solubles sont attaquées par l'humidité, et tendent à le faire exfolier ou séparer par fragmens; ou que l'action des torrens le précipite et le brise, et qu'ainsi plusieurs causes indépendantes des végétaux le préparent à leur fournir un support. Ceux-ci ne tardent pas non plus à l'attaquer. De petits lichens, dont les germes imperceptibles flottent probablement dans l'air, se développent à sa surface; ils s'y collent ou s'y enfoncent, probablement par quelque excrétion dissolvante; leurs débris forment avec ceux du rocher une sorte de terreau qui nourrit des lichens plus gros, des mousses ou d'autres végétaux analogues, lesquels, détruits à leur tour, servent à nourrir des plantes plus robustes; celles-ci insinuent leurs racines dans les moindres fissures du rocher, y déposent des matières qui y font naître d'autres végétaux, et tendent par leur force de dilatation à accroître ces fentes, et à rompre souvent des blocs énormes. De cette marche spontanée des choses, il en résulte que, si l'on en excepte certains rochers très-durs ou très-défavorablement exposés, presque tous ceux qui se trouvent exposés à l'air finissent ou par se couvrir de végétation, ou par se diviser en fragmens qui deviennent peu à peu partie du terreau végétal.

L'homme ne fait autre chose que d'imiter la marche de la nature : d'un côté, il brise les rochers par tous les moyens mécaniques qui sont en son pouvoir; il les force à se fendre en y introduisant de l'eau, et souvent même il emploie dans ce but les végétaux eux-mêmes. Ainsi, d'après le rapport de M. Moricand (à la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève), les agriculteurs du pied de l'Etna placent des fragmens d'opuntia dans les moindres

fentes des laves. Ces plantes y poussent des racines, qui profitent du peu d'humidité que ces fissures recèlent, et qui par la force de leur végétation tendent à les agrandir, à les multiplier, et à rendre ainsi peu à peu ce sol ingrat accessible à la culture.

Les terres argileuses sont, après les rochers, celles qu'on voit les plus rebelles à la végétation : à peine quelques plantes à longues racines traçantes, telles que les prêles ou le *tussilago farfara*, peuvent-elles y vivre. Ces terres compactes arrêtent toute l'action de l'oxigène de l'air, et, lorsqu'elles sont pures, sont peu ou point perméables aux racines; mais elles tendent d'elles-mêmes à perdre leur pureté. A chaque sécheresse elles se fendent, et reçoivent alors de la poussière, des débris minéraux ou organiques, qui modifient leur nature, et les amènent peu à peu à cet état mixte qui forme le terreau. L'agriculteur accélère cet effet, soit en mélangeant aux argiles des terres sablonneuses, soit en les divisant le plus possible par des labours répétés, soit en y cultivant, dès que la chose est possible, des végétaux qui y déposent des débris souvent siliceux.

Les végétaux qui conviennent aux terrains trop tenaces sont, en général, ceux à racines peu développées, et ceux dont la végétation n'est pas très-rapide.

Une partie des effets produits par la ténacité du sol peut être modifiée par une autre circonstance, la profondeur à laquelle on plante les arbres. Plus le sol est compacte, moins il faut les enfoncer, afin que leurs racines puissent jouir de l'action de l'air. Dans le cas où un arbre est planté trop profond, eu égard à la qualité du sol, il arrive que quelquefois la nature elle-même corrige

cet embarras : il se développe un nouvel étage de racines superficielles, et alors les anciennes cessent ordinairement de se développer. Mustel (1) assure avoir vu ce fait plusieurs fois, et je l'ai aussi remarqué. Lorsque ce développement de racines superficielles n'a pas lieu, ce qui arrive surtout dans les trop vieux arbres, l'enterrement trop grand des racines ou l'exhaussement trop grand du sol les tue d'ordinaire. Cette cause agit en faisant périr leurs sommités, c'est-à-dire, en les *couronnant ;* ce qui tend à faire penser que l'une des causes qui amènent les arbres des forêts à l'état d'arbres couronnés est que leurs racines se trouvent trop enfoncées en terre ou trop gênées par leurs voisines pour jouir du bénéfice de l'air.

La trop grande mobilité du sol n'est guère moins redoutable que sa ténacité. Sans parler de l'eau, qui offre cette mobilité au plus haut degré, mais qui ne joue le rôle de support que pour le petit nombre des végétaux flottans, nous voyons que les sables mobiles sont dangereux pour les grands végétaux, tels que les arbres, parce qu'ils offrent un appui incertain à leurs racines, et permettent aux vents de les renverser. Cet effet est surtout frappant pour les arbres isolés, pour ceux à larges feuilles ou à petites racines. D'autre part, les petites herbes sont facilement ensevelies par le sable mobile. Ces inconvéniens se corrigent quelquefois par l'addition de terres plus compactes, et surtout de terre argileuse, qui sert à lier les molécules du sable. Mais ce moyen ne peut s'adapter qu'en petit. Ils se corrigent surtout par la végétation elle-même. Il convient, en général, d'imiter

(1) Traité de la végét., 1, p. 77.

la nature dans le choix des végétaux qui croissent dans les sables, et d'y placer de préférence les plantes à grandes racines : elles s'y développent plus facilement que dans les terrains plus compactes, et leur extension même fixe mieux les plantes au sol, et les empêche d'être déracinées. Ces plantes à leur tour réagissent sur le sable, et leurs entrelacemens servent à le fixer.

On peut distinguer, quant à la végétation, trois classes de terrains sablonneux :

1°. Les sables des bords des rivières, qui, à raison de leur faible étendue et de l'humidité qui les alimente, sont les terrains de sable les plus faciles à cultiver. Souvent même le limon de la rivière, qui se mêle avec eux, les place au nombre des terrains les plus fertiles.

2°. Les steppes sablonneux de l'intérieur des terres : ces steppes sont tantôt de sable calcaire, tantôt de sable siliceux; il est rare qu'en Europe au moins leur mobilité soit telle, qu'elle s'oppose complétement à leur culture; mais les steppes sablonneux de l'Afrique joignent à cette mobilité l'absence de toute humidité, ce qui les place au nombre des terrains les plus complétement rebelles à la culture. S'il y a quelque moyen d'y parvenir un jour, ce sera de profiter des bords du steppe ou des oasis légèrement humides qu'il peut présenter, pour y planter des arbres. Ceux-ci offriront le triple avantage : 1° d'arrêter un peu l'essor des vents, et de diminuer la mobilité du sol; 2° d'améliorer le terrain par les débris de leurs feuillages; et 3° d'attirer peut-être quelquefois les nuées et la pluie sur ces surfaces brûlées. La culture des steppes sablonneux en arbres s'exécute avec un grand succès dans cette plaine de la Campine, qui sépare la

Belgique de la Hollande. On y sème d'abord des genêts, puis des pins, puis des arbres à feuilles caduques, et ainsi, par une succession méthodique de culture qui dure de 30 à 40 ans, on parvient à faire de ce sable un terrain susceptible de nourrir toute espèce de produits. Dans d'autres parties de l'Europe, on fertilise les steppes sablonneux par la culture de plantes à grosses racines, telles que la pomme de terre ou la garance : celle-ci sert, particulièrement dans le nord de l'Alsace, près de Haguenau, comme d'avant-garde à l'agriculture : on la plante dans le sable qu'on fume fortement, et on ne lui demande guère que de payer l'engrais par son produit, vu qu'après elles les pommes de terre et d'autres productions utiles trouvent le terrain suffisamment préparé et consolidé.

3°. Les dunes, ou ces montagnes de sable mobile accumulées par les vents sur quelques parties des côtes de l'Océan, telles que la Hollande et le golfe de Gascogne, sont au nombre des terrains qui paraissent les plus difficiles à cultiver. Leur sable, long-temps ballotté dans la mer, est en grande partie réduit aux molécules insolubles. Ce sable, par un effet d'attraction capillaire, élève ou conserve dans ses interstices l'eau qui est à sa base, ou peut-être la partie douce de l'eau de mer, et il est par conséquent toujours un peu humide dans l'intérieur; mais sa surface, toujours desséchée par le soleil, se refuse à toute végétation; et comme elle est sans cesse enlevée par les vents continus propres à ces pays, elle est portée sur les terres voisines. Pour obvier à cet inconvénient, les Hollandais ont dès long-temps admis en pratique régulière de planter dans leurs dunes l'*arundo arenaria* (qu'ils

nomment *helm*), afin que ses longues racines traçantes en fixent le sable; mais s'ils protégent par-là quelques points, ils le font d'une manière très-locale, et s'ils ôtent au sable la faculté de nuire, ils le laissent tout-à-fait inutile. Je fus frappé de cet inconvénient à la vue des dunes de Hollande, et je signalai (1) la convenance d'y planter des arbres. J'ignorais alors que l'ingénieur Brémontier avait, dès 1789, fait cet essai dans les dunes de Gascogne : dès-lors ses succès ont été proclamés, et j'ai eu moi-même occasion de les voir avec une véritable admiration. Le procédé de Brémontier est étonnant pour sa simplicité : il fait semer dans le sable le plus aride et le plus mobile des graines de genêts (*genista scoparia*) mélangées avec celles du pin maritime (*pinus maritima*); il fait recouvrir les espaces semés de branchages pris dans les forêts de pins les plus voisines : ces branchages ont pour but de retenir un peu la mobilité du sable. Les graines de genêt lèvent les premières, et, par leur précocité, servent à retenir le sable et à abriter les jeunes pins. Ceux-ci grandissent pendant 7 à 8 ans abrités par le genêt, dont le feuillage se mêle chaque année au sol pour le fertiliser. Après ce terme, le pin dépasse le genêt, et le tue souvent par son ombrage. A l'âge de 10 ou 12 ans, on commence à éclaircir la forêt pour faire du goudron et se procurer des branchages propres à faire des semis ultérieurs. Vers l'âge de 20 ans, on commence à exploiter les arbres pour en extraire la résine. Ces forêts, placées dans les dunes le long de la mer, mettent à l'abri

(1) Sur la fertilisation des dunes, Mém. dans les Ann. d'agr. franç., an VII.

de l'action continue du vent d'ouest tout l'espace qui est situé derrière elles, et ainsi, en même temps que par elles-mêmes elles fournissent un produit important, elles assurent ceux du reste du pays. Il est bien à désirer que cette vaste opération, la plus belle entreprise agricole de notre siècle, se termine graduellement, et mette à l'abri tout l'espace compris entre l'embouchure de l'Adour et celle de la Garonne. Je regrette que la nature de cet ouvrage ne me permette pas d'entrer dans plus de détails (1). Je terminerai en disant que j'ai herborisé toute une journée dans les forêts semées par Brémontier sur du sable parfaitement aride, et sur lequel avant lui on apercevait à peine quelque apparence de végétation.

§. 4. De la nature du sol dans ses rapports directs avec la nutrition des plantes.

Nous venons de voir que les parties terreuses dont le sol se compose ont une action indirecte, mais très-importante, sur la végétation, en tant qu'elles servent de support aux plantes, et influent sur le degré de l'humidité, l'abord de l'air sur les racines, etc. Mais ces parties terreuses jouent-elles par elles-mêmes quelque rôle direct dans la nutrition proprement dite ?

Sans doute on est porté à le croire, lorsqu'on voit que, dans tous les végétaux, il se trouve une certaine quantité de matières terreuses fixées dans leur tissu, et

(1) On peut consulter à ce sujet les mémoires et rapports qui s'y rapportent parmi ceux de la soc. d'agric. de Paris, les Statistiques des Landes, etc.

qui, à la combustion, paraissent sous forme de cendres. Il est vraisemblable, d'après l'universalité du fait, que l'existence de ces cendres est liée avec les lois mêmes de la nutrition végétale.

D'autre part, il faut remarquer, 1° que ces matières terreuses pénètrent dans les végétaux avec l'eau de végétation, et sans que la plante puisse ni l'empêcher ni le modifier : c'est un effet nécessaire de sa position locale et de son immobilité ; 2° qu'une partie de l'organisation des végétaux paraît avoir pour résultat de les débarrasser des matières terreuses : c'est ce qui résulte du lavage des pluies sur les écorces, et de la chute des feuilles ; 3° que le choix de ces matières terreuses est déterminé, d'un côté, par la quantité et la solubilité de celles qui sont dans le terreau, et, de l'autre, par le degré divers de leur solubilité, qui fait que les pluies enlèvent les plus solubles, et laissent les plus insolubles ; 4° que les matières terreuses semblent à l'analyse toujours étrangères au végétal, et ne font point partie des élémens dont se composent les matériaux immédiats reconnus par les chimistes ; 5° que le terreau dans lequel les plantes croissent est toujours composé d'un mélange des terres les plus communes, la chaux, l'alumine et la silice ; de sorte que la plante trouve presque partout, quoique en proportion diverse, les matériaux terreux qu'elle fixe dans son tissu. On ne peut donc affirmer, par le simple raisonnement, ni si la terre est un élément nécessaire de la végétation, ni surtout si le choix des diverses matières terreuses a une grande importance.

Si l'on examine la manière dont les végétaux sont dispersés sur le globe, il est évident que le plus grand nom-

bre des espèces croît dans des terrains très-divers aux yeux du minéralogiste, mais où le terreau, plus semblable à lui-même, leur fournit la plupart des élémens terreux, mêlés à diverses proportions. Ce premier aperçu (que j'exposerai en détail dans la géographie botanique) est confirmé par les faits généraux de culture. Presque tous les végétaux peuvent se cultiver dans tous les terrains, et la vue seule d'un jardin botanique en est la démonstration.

Au milieu de cette uniformité et de cette indifférence au choix des élémens terreux, il est quelques végétaux qu'on ne trouve sauvages, au moins en abondance, que dans certains terrains : ainsi, il est vrai de dire, 1° qu'on trouve habituellement sur les terrains calcaires le buis, les *potentilla rupestris* et *caulescens*, le *polypodium calcareum*, *gentiana cruciata*, *asclepias vincetoxicum*, *cyclamen europœum*, *trifolium montanum*, *adonis vernalis*, plusieurs espèces des genres *orchis*, *buplevrum*, *sedum*, *lichens*, etc. ; 2° et sur les terrains plus ou moins siliceux, le châtaignier, le *digitalis purpurea*, le *sedum villosum*, le *pteris crispa*, le *polystichum oreopteris*, le *saxifraga stellaris*, l'*achillea moschata*, le *carex pyrenaica*, etc.

Mais il faut remarquer que, même dans la nature sauvage, ces lois offrent très-souvent des exceptions : ainsi, pour prendre les deux exemples les plus célèbres, j'ai trouvé le buis en abondance dans un terrain schisteux de la vallée de Gèdres, aux Pyrénées, et près de St-Pons ; je l'ai trouvé même épars dans les terrains granitiques du Morbihan, et on le rencontre dans les terrains volcaniques des environs de Coblentz, notamment près Ber-

trick (1). Le châtaignier paraît en général répugner aux terrains calcaires, et dans plusieurs des cas où il semble y croître, il se trouve dans de petits oasis de grès qui percent au travers du calcaire, comme on le voit très-bien au pied du Jura; mais on le trouve cependant au-dessus d'Évian, dans un pays qui paraît tout-à-fait calcaire, et entre Nîmes et Alais, où il est mélangé avec l'olivier. Cet olivier, qu'on dit (aussi à tort) propre exclusivement aux pays calcaires, je l'ai retrouvé dans les parties primitives et basaltiques de la Provence, dans les terrains schisteux du pied de l'Apennin, tout aussi vigoureux que dans les pays calcaires. Il est notoire qu'on trouve des vignes, et même des vignes célèbres, dans tous les terrains. J'en puis dire autant de presque toutes les espèces de la Flore française, que j'ai retrouvées dans des terrains différens les uns des autres, lorsqu'elles sont un peu répandues. La culture confirme ces résultats, et, quoique en général les plantes prospèrent mieux dans les terrains analogues à ceux où elles croissent naturellement, on peut cependant les cultiver dans des terrains différens : ainsi, le buis peut vivre hors du calcaire, et le châtaignier hors de la silice.

Un fait digne de remarque dans les rapports des plantes avec le sol, c'est qu'il en est quelques-unes qui, dans certaines localités, croissent sur un certain terrain avec tant de constance, qu'en ne considérant que cette localité, on serait tenté d'affirmer que ce terrain leur est absolument nécessaire; mais dans une autre province, on les trouve sur un autre terrain. C'est cette circonstance qui

(1) D'après le témoignage de feu M. Adr. de Lezai.

explique le nombre extraordinaire d'assertions fausses ou hasardées dans leur généralisation qu'on trouve dans plusieurs livres sur les stations spéciales de certaines plantes (1). Rappelons-nous ici l'observation de Kirwan sur le froment, et nous serons peut-être tentés de conclure que la nature du sol est en rapport avec l'humidité, la température, etc,; que, par conséquent, tel terrain peut convenir à une plante dans un climat, et non dans un autre, et qu'ainsi, c'est dans les causes indirectes, et non dans les causes directes, qu'il faut chercher l'influence du terrain sur les végétaux.

Cette conclusion semble confirmée lorsqu'on voit que parmi les végétaux qui vivent dans des terrains divers, la quantité de chaque terre est variable selon le terrain, sans que pour cela la santé du végétal paraisse sensiblement altérée. La supériorité générale des terrains calcaires pourrait s'expliquer par des considérations pure-

(1) Ainsi M. Draparnaud (Disc. sur les mœurs des plantes, p. 33) cite le *ranunculus parnassifolius* et le *sisymbrium monense* comme propres aux terrains schisteux, et je les ai trouvés sur des débris de rochers calcaires. Il attribue le *swertia* et l'*azalea* aux rocs granitiques, et je les ai vus sur le calcaire. Gensanne (Hist. nat. Lang., 4, p. 271) dit que le sapin et la gentiane répugnent au terrain calcaire, et le Jura, qui est tout calcaire, en est couvert. M. Lejeune (Fl. de Spa, 1, p. 111) trouve le *viola lutea* seulement sur la calamine, et on le trouve ailleurs sur des terrains divers. M. Thomson (*in Loudon mag. nat. hist.*, 1830, sept.) cite les *geranium sanguineum*, *robertianum* et *pratense*, comme se trouvant sur les basaltes, et je les ai trouvés abondamment sur le calcaire. Il attribue l'*erodium cicutarium* aux molasses, et rien n'est si commun sur les calcaires du Languedoc, etc., etc.

ment hygroscopiques, et sans avoir besoin de supposer que la terre calcaire est un élément nécessaire de la vie des végétaux. Je ne nie point l'influence générale du terrain, mais je dis seulement qu'elle a été fort exagérée; que, si elle est vraie comme moyen de nutrition, on doit la réduire à des cas spéciaux, et qu'enfin la plus grande partie, sinon la totalité des faits relatés à ce sujet, peut tout aussi bien s'expliquer par les influences des terres sur la consistance ou l'humidité du sol, que par la qualité nutritive spéciale qu'on a attribuée aux terres, je crois sans preuves suffisantes.

Les alcalis terreux, tels que la soude et la potasse, pourraient présenter quelque action plus spéciale : encore faut-il remarquer que les plantes qui semblent avoir le plus besoin de sels à base de soude, vivent assez bien loin des terrains salés, et contiennent seulement des sels de potasse au lieu de sels de soude. Dans l'agriculture, on a coutume de dire qu'elles ne viennent pas loin de la mer; mais c'est une erreur évidente, et il faut dire seulement que, comme les salsola qui croissent loin de l'influence de la mer ne donnent pas de soude, il ne vaut pas la peine de les y cultiver. Il est bien certain que les plantes marines et quelques maritimes ont besoin de soude pour leur végétation; mais il faut convenir que ce besoin n'est pas impérieux pour toutes les plantes maritimes, et qu'il en est plusieurs qui vivent dans les terrains salés plutôt parce que leur nature robuste leur permet de résister à l'action du sel, que parce qu'elles ont besoin de son action.

Le rôle général des molécules d'origine organique, qui se trouvent mélangées avec les terres dans le terreau,

est beaucoup moins ambigu que celui des matières terreuses. Ces molécules servent toutes, à des degrés et sous des formes différentes, à la nutrition des végétaux: 1° elles contiennent une quantité notable de carbone sous des formes variées; ce carbone finit à la longue par former de l'acide carbonique qui se dissout dans l'eau et est absorbé par les racines. 2° Cette eau se charge encore d'une portion plus ou moins considérable de matière soluble, végétale ou animale, qui pénètre dans les plantes, et paraît évidemment servir à leur nutrition.

Sans pouvoir toujours distinguer ces deux effets avec certitude, on a pu s'assurer, par des expériences directes, de leur action générale : ainsi, il n'y a pas un cultivateur qui ne sache que, plus il y a dans un terrain donné toutes les autres circonstances restant les mêmes, plus il y a, dis-je, de matières organiques en état de décomposition, plus ce terrain est en général favorable à la végétation. Senebier a vu que si l'on soumet à l'ébullition dans l'eau du bon terreau de jardin, et qu'on enlève ainsi toutes les parties les plus solubles (ce qui comprend un peu de terre et toutes les matières d'origine organique), on fait perdre à ce terreau toute sa fertilité; et si on arrose des plantes placées dans du sable siliceux avec cette eau chargée de molécules dissoutes, on peut les y faire prospérer. Ainsi, il est plus que vraisemblable que, si l'on fait exception de l'action de l'atmosphère, toute ou presque toute l'action nutritive du sol réside dans la masse et l'état des matières d'origine organique qui se trouve dans chaque terrain.

§. 5. Indication générale des moyens d'améliorer l'état du sol.

Des différens points de vue sous lesquels le sol influe sur la végétation, il est aisé de déduire une sorte de classification des moyens dont l'homme peut disposer pour l'amélioration des terrains destinés à la végétation.

1°. Le sol influe sous des points de vue tout-à-fait généraux et mécaniques, tels que son inclinaison et sa stabilité plus ou moins grande : l'homme oppose aux embarras qui peuvent naître de ces causes, des travaux de terrassement, de diguement, etc., dont j'ai dit plus haut tout ce qui me paraît susceptible de rentrer dans un ouvrage de la nature de celui-ci.

2°. Le sol influe par sa consistance et la nature minéralogique des terres dont il est composé, en observant que ces terres agissent surtout, quant à la consistance et à l'humidité. L'homme remédie à ces inconvéniens par les labours et les amendemens.

3°. Le sol influe par la quantité, l'état et la nature des matières d'origine organique qui se trouvent mêlées dans le terreau. L'homme remédie à l'absence ou à la qualité de ces matières par les engrais et les assolemens.

Ainsi, en laissant de côté les pratiques trop éloignées de notre but, telles que les terrassemens, les diguemens, etc., ou celles qui rentrent dans les chapitres précédens, telles que les moyens de résister à l'obscurité ou à la clarté, au froid ou au chaud, à l'agitation ou à la stagnation de l'air, à la sécheresse ou à l'humidité, etc., on peut dire

que les moyens généraux de l'industrie agricole, relativement au sol, se réduisent à ces quatre classes : les labours, les amendemens, les engrais et les assolemens, dont nous allons examiner les principes dans les trois chapitres suivans, relativement aux trois premiers objets ; et comme ce qui tient aux assolemens se complique de faits très-complexes, nous en rejeterons l'examen au chapitre XVI. Si ces quatre classes générales de pratiques agricoles se rapportaient uniquement au sol, j'aurais dû les ranger comme de simples articles à la fin du chapitre actuel ; mais comme chacune d'elles se complique de faits et de résultats étrangers au sol proprement dit, j'ai cru plus convenable de les séparer sous autant de chefs de chapitres distincts.

Il est peut-être bon de remarquer ici qu'en même temps que les quatre grands procédés que je vais avoir à mentionner sont rangés dans un ordre méthodique, cette série est aussi à peu près l'expression de l'ordre historique. Dans les pays vierges, il suffit de rendre la terre meuble, c'est-à-dire de labourer, pour la rendre fertile. Lorsque sa fertilité commence à s'épuiser, il faut engraisser ou amender celle qu'on possède, pour lui rendre sa première vigueur ; enfin, lorsque la population s'est assez augmentée pour qu'on ait intérêt à faire produire le terrain tous les ans, on a eu recours à l'art des assolemens. Cet ouvrage n'étant point un traité d'agriculture, on ne doit pas y chercher les détails ni les avantages économiques des divers procédés, mais la liaison de ces procédés avec les lois de la végétation. La limite entre ces sortes d'ouvrages est peut-être impossible à

fixer avec rigueur; je demande donc excuse d'avance, si, dans certains cas particuliers, on pourra trouver que je suis allé au-delà ou resté en-deçà de ce que la physiologie peut comporter.

CHAPITRE VIII.

Des Labours.

Le labourage a pour but direct d'ameublir le terrain; d'où résulte, 1° que les racines s'y insinuent avec plus de facilité; 2° que l'eau de la pluie et des rosées s'y imbibe plus facilement et plus profondément; 3° que l'eau du terrain s'en évapore aussi plus facilement; 4° que l'air atmosphérique le pénètre plus profondément, et peut ainsi agir, soit sur les parties d'origine organique, pour en former de l'acide ulmique ou de l'acide carbonique, soit sur les racines elles-mêmes.

A cette action fondamentale s'en joignent d'autres accessoires, telles que, 1° la destruction des mauvaises herbes; 2° la possibilité de ramener, dans certains cas, à la surface, des couches de terre vierge ou de nature favorable à la culture (ce qui rentre, à quelques égards, dans les amendemens); 3° l'enfouissement des engrais et autres matières qu'on peut avoir intérêt à mélanger dans le sol; 4° le nivellement ou le rigolage du terrain, pour le metttre dans une position favorable relativement à la quantité de l'eau.

La réunion de ces divers genres d'actions est tellement importante, que dès long-temps on a pris l'habitude de confondre presque dans la pratique le terme de laboureur avec celui de cultivateur.

Tous les procédés de labour se rangent sous trois classes générales : 1° les labours à la *bêche*, où l'ouvrier enfonce la lame coupante à peu près verticalement, jette devant lui la terre qu'il enlève, et marche à reculons ; 2° les labours à la *pioche*, où l'ouvrier se sert d'un instrument dont la partie tranchante est perpendiculaire ou à angle aigu sur le manche, retire à lui la terre qu'il remue, et marche en avançant ; 3° les labours à la *charrue*, où la lame tranchante, dirigée et tirée obliquement en avant, rejette sur les côtés la terre qu'elle a remuée. Les deux premiers procédés s'exécutent à bras d'homme, et sont intermittens ; le troisième s'exécute par l'action des animaux, et est continu. Le labour à la bêche convient d'autant plus que le sol est plus homogène, plus profond, plus compacte, plus plane, moins sec et moins pierreux. Le labour à la pioche réussit mieux dans les terrains pierreux, secs, difficiles à entamer, ou dans les pentes rapides. Enfin, les labours à la charrue, moins parfaits que les deux précédens, sont plus expéditifs, plus applicables à tous les terrains, excepté à ceux qui sont trop en pente. La diversité des formes des instrumens qui se rapportent à ces trois classes, et surtout aux deux dernières, est vraiment merveilleuse ; elle est due à la diversité des terrains, des climats, des cultures ; elle est accrue par l'ignorance plus ou moins grande des lois de la mécanique et par les habitudes. C'est sans doute à la mécanique à juger la valeur comparative de ces formes ; mais c'est à la mécanique agricole, c'est-à-dire, combinée avec les connaissances relatives à la diversité des circonstances et des besoins de l'agriculture.

La profondeur des labours varie prodigieusement,

depuis le jardinier qui avec la pointe de son couteau rompt la croûte formée à la surface de la terre à laquelle il a confié ses semis, jusqu'au robuste Auvergnat qui enfonce jusqu'au cou sa longue bêche dans le terrain fertile de la Limagne; depuis la herse, qui scarifie légèrement le sol pour recouvrir les graines, jusqu'à l'énorme charrue Fellemberg, qui défriche le sol à deux pieds de profondeur. La moyenne de la profondeur ordinaire des labours est d'environ six à huit pouces. Elle se modifie selon des circonstances faciles à apprécier. 1° La *température.* Il faut, en général, labourer moins profondément dans les pays chauds que dans les pays froids, soit parce que les labours favorisent trop l'évaporation quand le soleil est ardent et les pluies rares, soit parce qu'il est bon, pour que les plantes résistent mieux au froid, de leur permettre d'enfoncer davantage leurs racines. 2° L'*humidité.* On se trouve bien, dans les sols trop humides, de labourer plus profond, afin de favoriser le desséchement par l'évaporation, et dans les terrains secs, de conserver leur humidité en n'entamant pas la couche inférieure. 3°. La *consistance.* Plus le sol est tenace ou argileux, plus il est bon de labourer profond, afin de permettre à l'air de s'y introduire; plus, au contraire, le sol est naturellement mobile, moins il a besoin d'être remué. 4° La *superposition* des couches est un des points les plus délicats du labourage : tantôt la couche inférieure est une terre propre, d'après la théorie des amendemens, à améliorer la surface, et alors on fait bien de l'entamer; tantôt c'est le contraire, et alors il faut la respecter soigneusement. 5° La *quantité d'engrais.* Si on en met beaucoup dans un terrain, on peut sans incon-

vénient labourer profond; si on en met peu, il faut se garder de labourer de manière à en enfouir une portion au-dessous de la zone des racines, et de rendre le terrain assez meuble pour que chaque pluie y entraîne une partie des matières nutritives. 6°. La *nature des racines* des plantes pour lesquelles on laboure. Ainsi les plantes à racines pivotantes, comme la carotte, ou tubéreuses, comme le topinambour, ont besoin d'un labour plus profond que celles à racines fibreuses ou traçantes. 7° Le *but ultérieur* du labour. Ainsi il est clair qu'un défrichement doit être bien plus profond qu'un simple labourage.

Le degré de ténuité auquel il convient d'ameublir le sol offre aussi quelques différences. On peut dire, en général, que plus la terre est meuble, plus elle convient au plus grand nombre des végétaux. On obtient ce résultat, soit en réduisant beaucoup l'épaisseur de la couche qu'on enlève, soit en établissant des labours croisés qui rompent les blocs en tous sens, soit en exposant pendant l'hiver les blocs de terre aux alternatives de l'humidité et de la gelée, soit en rompant par des percussions répétées les blocs restés intacts, etc. Il convient de multiplier les moyens d'obtenir le plus grand émiettement du sol, 1° lorsqu'il s'agit de terres compactes et argileuses, pour y favoriser l'abord de l'air; 2° lorsqu'il s'agit de terrains humides dont on veut favoriser l'évaporation. On peut avoir une idée de l'importance de cette évaporation par l'assertion de M. Curwen (1), qu'il s'évapore d'un acre de terre labourée 950 livres d'eau par heure, et presque

(1) *Technical repos.* 1826. p. 325; Fér., Bull. sc. agr., 9, p. 65.

rien d'un terrain non remué. Lors même que cette assertion serait exagérée, elle tendrait encore à montrer le rôle immense du labourage. 3° On se trouve bien d'émietter beaucoup le sol lorsqu'on se propose de cultiver des racines tubéreuses, comme des raves, en plein champ, ou très-charnues, comme celles des protea dans la culture des jardins. On se trouve bien quelquefois, au contraire, de diminuer la mobilité du sol, ou même de le tasser en le plombant avec des masses ou en le serrant avec le rouleau. Ainsi, dans certaines pépinières, on conserve mieux l'humidité du sol, et on évite les mauvaises herbes en plombant le terrain. On a quelquefois recommandé dans le même but de paver ou de plomber le terrain devant les espaliers. On passe le rouleau sur les gazons pour rendre le terrain plus compacte, et forcer les souches des graminées à taller.

Le nivellement des terrains s'obtient entre certaines limites par les labours, et se calcule essentiellement sur les degrés de sécheresse ou d'humidité que l'on désire procurer au sol. Ainsi, dans les lieux secs ou les terrains très-légers et susceptibles d'une grande évaporation, on laboure à plat, afin de conserver un peu d'humidité. Dans ceux qui sont trop humides, ou dont le terrain trop argileux retient trop d'eau, on laboure en billons, afin que l'eau s'écoule dans les parties creuses, et que les céréales puissent prospérer sur la partie convexe ou le dos des billons. On ajoute à cette précaution un système de rigolage : dans les lieux en pente, on laboure en travers si on redoute la sécheresse, et dans le sens de la pente, lorsque l'on veut favoriser l'écoulement des eaux.

L'époque du labourage est l'une des choses qui méri-

tent l'attention. En général, on peut labourer en tout temps, sauf les grandes gelées ou les fortes sécheresses, qui durcissent tellement la terre, que le soc ne peut l'entamer; sauf encore les temps d'inondations ou de grandes pluies, qui font du terrain une espèce de bouillie, où le labour est presque impossible et deviendrait fâcheux. Entre ces extrêmes l'époque des labours est déterminée par le système général d'agriculture du pays. S'agit-il de terres soumises à un assolement régulier, on doit labourer au moment où on vient d'enlever les récoltes, soit pour ne pas perdre de temps, soit pour enfouir les débris de la dernière végétation. S'agit-il de terres laissées en jachère morte, on répète les labours en automne et au printemps, et d'autant plus souvent, que la terre est plus argileuse ou plus chargée de mauvaises herbes. Ceux d'automne ont en particulier l'avantage de diviser le sol avant l'hiver, de sorte que les mottes sont ammenuisées par l'action de l'humidité et de la gelée. Les labours d'été sont, en général, peu utiles, souvent même nuisibles. C'est surtout dans les pays chauds et secs qu'on les évite, et quoiqu'on en exagère le danger dans ce qu'on dit des terrains *dessolés*, ils ont réellement l'inconvénient de favoriser l'évaporation de l'humidité au moment où, la chaleur étant la plus forte, l'eau retenue dans le sol par l'endurcissement de la surface aurait agi avec le plus d'activité pour décomposer et dissoudre les parties d'origine organique qui peuvent se trouver dans le terreau.

CHAPITRE IX.

Des Amendemens.

Dans le sens strict des termes, toute amélioration est un amendement; mais, dans le langage agronomique, on a réservé ce nom aux améliorations qui s'exercent sur le sol par des mélanges ou des additions de matières dans le but d'en modifier les qualités physiques ou minéralogiques, mais non la partie éminemment nutritive. Les améliorations sans addition de matières rentrent dans les labours; celles qui sont des additions de matières nutritives, portent le nom d'engrais proprement dits.

Les amendemens, tels que nous venons de les définir, sont des actes très-variés, et par lesquels on cherche à corriger des défauts du terrain souvent très-disparates. Nous les énumérerons rapidement en commençant par les plus grossiers, et en arrivant graduellement à ceux dont l'action ressemble à certains égards à celle des engrais.

§. 1. Des pierres.

Les pierres sont en général et avec raison considérées comme l'un des fléaux de la végétation et de l'agriculture. Elles prennent dans le sol la place que des matières nutritives pourraient occuper; elles gênent souvent le

développement des racines; elles embarrassent les procédés de culture, etc., etc., et sous ces divers rapports. on peut dire qu'épierrer un terrain, c'est l'amender; mais comme il faut aussi voir le bon côté des plus mauvaises choses, il faut ajouter que, dans certains cas, leur action peut devenir utile.

1°. La plus grande aptitude que, par suite de leur densité, elles ont en général à se réchauffer par l'action directe du soleil, fait qu'elles tendent à élever localement la température du sol. De là résulte, par exemple, que les terrains argileux mêlés de pierres se fendillent plus facilement par la chaleur, et par conséquent deviennent plus promptement aptes à la culture. Aussi s'est-on bien trouvé, dans quelques cas, de jeter des graviers sur des terres glaises pour les diviser et les ameublir. Cet effet calorifique des pierres est encore plus marqué à la surface du sol, et dans quelques cas on a soin de les y conserver, et même on les y transporte. Ainsi, dans les vignes des environs de Foix, on entoure les grappes de grosses pierres, qui se réchauffent par le soleil et réfléchissent leur chaleur sur les raisins de manière à en accélérer et à en compléter la maturité.

2°. Les pierres, lorsqu'elles sont agglomérées, servent, par les vides qu'elles laissent souvent entre elles, à favoriser l'écoulement des eaux. C'est ce qu'on voit fréquemment dans les pays de montagnes : les eaux s'écoulent sous des amas de pierres ou de graviers, de sorte que ce genre de terrain, en apparence si sec et si stérile, nourrit certaines plantes qui ont besoin de beaucoup d'humidité, comme, par exemple, le *saxifraga oppositifolia*, l'*iberis cepeæfolia*, etc. L'agriculture a imité cet effet na-

turel en grand : lorsqu'elle établit des amas de pierres rondes dans des fossés, ou des galeries souterraines pour égoutter l'eau des champs ou des prairies ; en petit, lorsque les jardiniers mettent au fond des vases de petits cailloux ou des tassaux pour favoriser l'écoulement de l'eau par le trou du fond du vase.

3°. Dans certains terrains très-secs et très-stériles, les pierres superficielles servent, au contraire, à maintenir une partie de l'humidité du sol. Ainsi, par exemple, la vaste plaine de la Crau en Provence est toute couverte de cailloux, et ne présente quelque végétation que pendant l'hiver à l'ombre de ces pierres. Les moutons qu'on y élève poussent chaque pierre avec leur museau, et broutent la petite quantité de graminées qui a cru sous cette ombre protectrice. L'horticulteur profite des pierres dans un sens analogue, lorsque, dans les pays chauds et secs, il pave le pied des espaliers pour y conserver de l'humidité.

4° Enfin comme il est bien connu qu'une nourriture trop abondante détermine en général les arbres à pousser trop en bois et en feuilles, et pas assez en fleurs et en fruits, on s'est quelquefois bien trouvé, dans la culture des arbres fruitiers, de réduire par des mélanges de pierres la fertilité du sol. Ainsi M. Rob. Hiver (1) a mis à fruit de vieux poiriers en espalier, en les replantant dans une plate-bande de vingt-six pouces de profondeur, dans le fond de laquelle il avait mis huit pouces de pierres.

---

(1) *Gardener's magas.*, 1829, févr., p. 60; Ann. de Fromont, 1, p. 101.

§. 2. Du sable.

Le sable, qui ne diffère du gravier que par sa plus grande division, présente une partie des mêmes emplois, et le sable siliceux les offre au plus haut degré, parce que, n'étant pas habituellement soluble, il conserve indéfiniment sa nature, et ne se combine pas avec les autres terres. C'est sous ce rapport qu'on s'en sert pour diviser et atténuer les terrains argileux, et que, comme je l'ai dit ailleurs, on évite le sable calcaire qui forme une croûte solide à la surface du sol. On introduit le sable siliceux dans les terrains trop argileux ou trop calcaires, soit directement en y mélangeant ce sable en masse, soit indirectement en y enfouissant des feuilles ou de la paille, matières qui, à proportion de leur poids, contiennent plus de silice que les autres matières végétales : c'est sous ce rapport que les terreaux de feuilles se rapprochent un peu, dans les cultures délicates, de l'utilité de la terre dite de bruyère.

La méthode de brûler les terres, qui est adoptée dans plusieurs pays, et qu'on connaît sous le nom d'écobuage, se rapproche souvent des principes précédens. Ainsi, en brûlant le terrain, on met plus à nu les parties siliceuses, et on transforme une partie des molécules argileuses en matières peu solubles et peu capables d'attirer l'humidité de l'air.

§. 3. De l'argile.

De même qu'on amende un sol argileux en y mélangeant du sable, on améliore un sol sablonneux en y mélangeant de l'argile ; mais cette opération est plus difficile à cause de la consistance tenace et compacte de cette terre, qui rend son mélange avec le sable assez difficile, et on y supplée par l'emploi des marnes argileuses. On y parvient cependant dans quelques cas particuliers, en répandant sur le terrain de l'argile réduite en poudre, mais surtout en employant des limons ou vases argileuses qui, à raison de leur consistance demi-liquide, se divisent facilement. Les vases des routes, des rues, des mares, etc., sont, sous ce rapport, de très-bons amendemens, mais qu'on doit, à raison de leur action froide et lente, employer plutôt à doses faibles et réitérées, qu'en trop grande quantité à la fois.

§. 4. De la marne.

On désigne sous le nom collectif de marne tous les mélanges d'argile et de terre calcaire qui sont doués de la faculté de se déliter par l'action de l'air ou de l'humidité : il s'y trouve souvent d'autres terres, telles que des terres siliceuses ou magnésiennes, qu'on néglige lorsqu'elles ne sont pas en quantité considérable. De la nature des deux terres essentielles, résulte la division des marnes en argileuses et calcaires, selon qu'on veut désigner la prédominance de l'une ou de l'autre espèce dans le mélange. On trouve souvent des mélanges d'ar-

gile et de chaux qui sont trop compactes pour se déliter facilement, et qui ne jouent le rôle de marne aux yeux de l'agriculteur que lorsque, par une longue exposition aux intempéries de l'air, on est parvenu à rompre leur cohérence trop compacte. Les sols marneux sont en général peu fertiles par eux-mêmes, soit à cause de la prédominance de l'argile, soit par leur disposition continuelle à se déliter; mais, mélangés à d'autres terrains, ils les amendent avec utilité. La diversité même de la nature des marnes explique la diversité de leur action et de leur réputation. En général, les marnes argileuses conviennent dans les terrains trop secs, et dans ceux qui perdent trop rapidement leur humidité, et les marnes calcaires dans ceux qui sont trop humides ou qui retiennent trop fortement l'eau des pluies. Outre cet effet évident des deux classes de marnes sur l'hygroscopicité du sol, on admet généralement qu'elles accélèrent la solution dans l'eau des parties d'origine organique; ce qui a lieu surtout en changeant l'ulmine insoluble en ulmates solubles, et qu'elles semblent favoriser la combinaison de leurs molécules charbonneuses avec l'oxigène de l'air pour former de l'acide carbonique. Cette assertion repose principalement sur le bon effet qui résulte (selon l'observation vague, mais souvent répétée, des agriculteurs), de marner et de fumer les terrains en même temps; d'où on a conclu que la marne accélérait l'action du fumier.

La consistance presque pulvérulente de la marne étant une des conditions nécessaires de son mélange intime avec le sol, on se trouve bien de l'exploiter pendant la saison morte de l'hiver, puis de la laisser en tas se dé-

liter, de la déposer en automne sur le terrain, et de l'y enterrer au printemps. On se trouve bien encore de la stratifier avec du terreau pendant un ou deux ans, et de préparer ainsi un genre de compost marneux, où le mélange des parties est plus complet que par le simple enfouissage. On remarque encore, comme nous l'avons déjà dit de l'argile, qu'il vaut mieux marner souvent que beaucoup à la fois. Dans la pratique de l'agriculture, on marne à des intervalles divers (de trois à dix ans) les terrains destinés aux prairies et aux céréales.

C'est à ce petit nombre de faits généraux qu'on peut réduire l'action de la marne considérée dans son ensemble; mais, selon qu'il est question d'une marne de nature diverse, ou qu'on l'applique à des terrains différens et dans des circonstances spéciales, on obtient des résultats variés et quelquefois opposés : de là l'extrême bigarrure des rapports des agriculteurs sur l'emploi de la marne, et la prodigieuse diversité de la valeur qu'ils attachent à cet amendement.

M. Vauquelin admet que les marnes calcaires peuvent agir directement sur la nutrition des plantes : immédiatement après leur introduction dans le végétal, leur carbonate de chaux détermine, selon lui, le développement d'un acide qui le décompose et met à nu son acide carbonique, lequel tourne au profit de la nutrition. Je ne connais aucun fait direct de végétation qui confirme cette opinion, déduite des expériences de chimie.

§. 5. De la chaux

La chaux, étant d'une nature plus homogène que la

marne, a aussi une action plus régulière qu'elle. Celle qu'on emploie en agriculture est de la pierre calcaire, soit carbonate de chaux, dépouillée par l'exposition au feu de son acide carbonique et de son eau de cristallisation. A cet état, qu'on appelle chaux vive, elle est une matière caustique qui brûle les plantes qu'elle touche; mais elle tend promptement, lorsqu'elle est exposée à l'air ou mélangée dans le terrain, à absorber de l'eau; et lorsque cela a lieu rapidement (comme lorsque les maçons éteignent la chaux), cette absorption se fait avec un grand dégagement de chaleur : elle tend de plus à absorber de l'acide carbonique, et à reprendre ainsi d'elle-même l'état de sous-carbonate et de carbonate de chaux; elle tend enfin à se combiner avec l'ulmine qui existe dans les terreaux, les tourbes, etc., et à rendre soluble à l'eau ce produit éminemment charbonné. Toute terre calcaire est bonne pour faire de la chaux destinée aux amendemens, excepté peut-être la dolomie, qui contient une quantité trop considérable de magnésie, terre qu'on croit être vénéneuse pour les végétaux.

L'action de la chaux sur le terrain, telle qu'on peut la conclure et de la théorie et de la pratique, paraît de deux sortes : 1° En absorbant l'humidité ambiante, elle tend à dessécher lentement le sol et à élever un peu la température; d'où résulte qu'elle est plus utile dans les lieux humides que dans les lieux secs, dans les pays du nord que dans ceux du midi. 2° En attaquant la partie d'origine organique qui se trouve dans le terreau, elle en accélère la décomposition, et tend à accroître souvent assez rapidement la partie soluble : aussi remarque-t-on que l'action de la chaux est éminemment utile lors-

qu'il s'agit de terres de marais, de tourbe, de vase, et en général lorsqu'on la mêle aux engrais qu'on appelle froids : c'est que, dans tous ces cas, le terrain est abondamment pourvu de matières organiques, et notamment d'ulmine, qui résisteraient par elles-mêmes très-longtemps à la décomposition, et que la chaux accélère cette époque si importante pour la fertilité. On s'explique facilement, d'après ces mêmes principes, pourquoi la chaux est si utile à répandre dans les prairies infestées de mousses, de joncs, de laiches, et qui sont en général analogues aux terres de marais; pourquoi la chaux est plutôt nuisible qu'utile lorsque, dans un terrain de fertilité moyenne, on la met sans la mélanger avec de l'engrais; pourquoi enfin la quantité que chaque terrain en comporte est si variable, plus grande dans les terrains humides et riches en humus que dans ceux qui sont secs et pauvres en matière nutritive, plus grande dans les pays où l'atmosphère est habituellement humide, tels que la Normandie (1) et l'Angleterre, que dans ceux où elle est habituellement sèche, telles que les parties centrales et élevées de l'Europe. On conçoit encore qu'en général elle convient moins dans les terrains déjà naturellement calcaires que dans tout autre; car, quoique dans le premier moment elle puisse y produire tous les effets salutaires que je viens de décrire, elle finit à la longue par y accroître la quantité déjà prédominante de la terre calcaire, tandis qu'en général les sols les plus favorables à la végétation sont ceux qui se trouvent mé-

(1) En Normandie, on a coutume d'en mettre cent livres par perche carrée, qui équivaut à 51 mètres carrés.

langés de chaux, d'argile et de silice, à doses diverses selon les climats.

La chaux qu'on retire des masses de coquilles fossiles qu'on trouve dans quelques pays, et qu'on nomme *fahluns*, est en général fort estimée, soit parce que ces fahluns sont seuls en possession de fournir de la chaux dans les pays qui ne sont pas calcaires, soit parce que cette sorte de matière calcaire se délite plus facilement que la pierre, soit peut-être parce que ces coquilles contiennent encore un peu de matière organique.

Ce dernier effet est très-prononcé dans les coquilles d'animaux actuels qu'on emploie souvent pulvérisées sur les bords de la mer; c'est à la fois un amendement en tant que cette matière calcaire est déposée dans les sols granitiques ou schisteux de la Bretagne, etc., et un engrais d'autant plus chargé de matière animale, qu'on peut l'employer plus immédiatement après que la mer l'a rejetée, et que la coquille renferme plus de débris de l'animal qui l'habitait.

§. 6. Des muriates de soude et de chaux.

L'action du sel marin (1) sur la végétation a été longtemps un sujet de discussion parmi les physiologistes et

(1) Les phases de la chimie l'ont fait nommer successivement muriate de soude, hydrochlorate de soude, hydrochlorate de deutoxide de sodium, etc. J'emploie ici le nom populaire, soit par amour de la brièveté, soit parce que le sel marin est le plus souvent dans la pratique un mélange de muriate de soude, de muriate de chaux, et quelquefois de sulfate ou de carbonate de soude et de chaux.

les agriculteurs, les uns le considérant comme utile, les autres comme nuisible aux plantes. En cherchant à me rendre raison de ces différentes opinions, et après avoir parcouru un grand nombre de pays maritimes et quelques-uns de ceux où l'emploi du sel marin comme amendement est le plus répandu, je suis arrivé à croire que la solution des contradictions si fréquentes à ce sujet, tient à ce qu'il faut distinguer l'action du sel sur la plante, et celle qu'il exerce sur le terrain lui-même.

On a coutume de dire, et pratiquement l'assertion est assez vraie, que le sel marin à petite dose est favorable à la végétation, et qu'à grande dose il lui est nuisible. On assigne en général 300 livres par arpent comme le maximum de ce qu'il est possible d'en admettre avec fruit. Je ne vois point, ni dans l'étude des végétaux maritimes, ni dans les expériences faites avec soin, de preuves bien directes que le muriate ou hydrochlorate de soude, isolé de tout mélange, soit réellement utile à la végétation : je vois seulement, d'un côté, qu'à petite dose les plantes le supportent, et qu'à grande dose il les tue; que de l'autre, certaines plantes peuvent en supporter une dose plus grande que d'autres, et peuvent par conséquent vivre seules et se multiplier à l'aise dans des terrains fort salés, d'où les autres plantes sont exclues par cette salure. On pourrait facilement tracer une série des plantes maritimes, en commençant par celles qui supportent le plus haut degré de salure, et en finissant par celles qui en supportent le moins (1); mais toutes finissent par périr dans

(1) Un essai de ce genre est cité, d'après MM. Meyer et Steltzner, dans le Bull. des sc. agr. de Férussac, vol. 13, p. 107. Je

des terrains trop salés. Déjà, dès les temps les plus anciens, on a connu les effets délétères du sel marin à grande dose sur la végétation. Pline et Virgile les mentionnent, et la *Bible* dit qu'Abimélek sema du sel sur les ruines de Sichem, afin que ce sol ne produisît plus.

Si je considère maintenant le sel marin dans son emploi comme amendement, je vois que sa principale propriété est d'attirer l'humidité de l'air, soit par lui-même, soit par le muriate de chaux mélangé avec lui, et aussi, d'après Pringle, de favoriser la décomposition des substances végétales et animales du terreau. Ce sel n'est employé avec un succès incontesté que dans des terrains siliceux et dans des pays où l'atmosphère est humide ou pluvieuse. Son action principale ne serait-elle point de s'emparer de l'humidité lorsqu'elle est surabondante, et de la conserver par son adhérence avec elle pour les temps de sécheresse? Je concevrais d'après cette opinion comment la dose de cet agent doit être assez faible pour n'agir que sous ce rapport, et ne pas pénétrer en quantité notable dans le végétal, et je rallierais cette action à la nature physique de la Bretagne et des pays analogues où l'emploi du sel marin a paru utile.

Ce n'est pas tant sous ce rapport que l'impôt qui pèse presque partout sur cette denrée, me paraît nuisible à l'agriculture, mais à raison de son emploi hygiénique pour la nourriture des ruminans, objet qui est hors de mon ressort.

Ceux qui ont admis quelque action directement utile

ne cite pas ici ces faits en détail, parce qu'ils rentrent mieux dans la géographie botanique.

du sel marin sur la végétation, ont dit qu'il y agissait comme matière excitante. On en a dit autant du salpêtre, que d'autres ont considéré comme sédatif, et dont l'action est trop peu connue comme amendement pour que j'ose en parler ici. Je sais que divers physiologistes, et tout récemment M. Leuchs (1), ont assuré que la plupart des sels employés à petite dose accélèrent la végétation; mais, sans nier en théorie qu'il y ait des matières qui excitent plus ou moins la vie végétale, je pense qu'il ne faut introduire ce genre d'explications pour les faits de détail, que lorsqu'on a épuisé tous les autres systèmes d'explications mécaniques ou chimiques.

Le muriate de chaux, soit chlorure de calcium, a aussi été recommandé comme amendement, et M. Dubuc (2) en particulier l'a essayé sur divers végétaux cultivés dans un terrain léger, à la dose d'un kilogramme dissous dans 60 litres d'eau : il a arrosé le terrain trois ou quatre fois dans l'été, à longs intervalles. Il assure que le maïs y a pris un volume double de celui arrosé avec l'eau pure, que l'hélianthe s'y est élevé à 12 ou 15 pieds, que les tubercules de pommes de terre y étaient doubles de ceux des plantes non arrosées, etc. Ces faits, s'ils ne sont point exagérés, ou dus à des causes locales, ou établis sans termes comparatifs, seraient très-remarquables. M. Dubuc les confirme dans un mémoire (3) subséquent,

(1) *Ann. der phys. and chim. von Poggendorf*, 1829, n° 1, p. 153; Bull. sc. nat., 20, p. 95.

(2) Bull. philom., 1823, p. 85.

(3) Précis des travaux de l'acad. de Rouen, 1827, p. 43; Bull. sc. agr., 11, p. 29.

où il assure que le chanvre, arrosé seulement deux fois de chlorure de chaux liquide, a pris plus d'accroissement que celui cultivé sans cet agent. D'autre part, M. Schrœder (1) n'a obtenu que des résultats très-équivoques d'expériences sur le même sujet, et a remarqué qu'au-delà d'une certaine dose il nuit plus qu'il ne profite. M. Voss (2) a essayé le muriate de chaux sur des prairies, sur des pommes de terre, sur des choux, en comparant son effet avec d'autres engrais et en ayant égard au poids des produits. Les prairies arrosées avec l'eau chargée de 1/60 de ce muriate n'ont pas produit plus qu'à l'ordinaire, et les feuilles inférieures ont souvent jauni après l'arrosement. Le même effet a eu lieu sur les pommes de terre, qui ont d'ailleurs fourni exactement le même poids, arrosées avec de l'eau pure ou avec de l'eau muriatée; il en fut de même pour les choux; des concombres et des haricots perdirent une partie de leurs fleurs. Il est donc très-loin d'être prouvé que le muriate de chaux favorise sensiblement la végétation. Si cela a lieu quelquefois, il est vraisemblable qu'il s'agit de terrains très-sablonneux, où il peut agir en tant qu'il conserve l'humidité, par son effet hygroscopique, ou dans des terrains très-froids, en tant que favorisant un peu la décomposition des matières organiques; mais rien, dans les faits connus, ne me paraît tendre à prouver, ni une action nutritive, comme le pense M. Dubuc, ni une action électro-chimique, comme le dit M. Lemaire (3).

(1) *Verhandl. des Vereins zur Befœrder des gartenbaus.* 1826, p. 425; Bull. sc. agric. de Féruss., 11, p. 25.
(2) *Ibid.*, p. 459, et 7ᵉ livre, p. 390; Bull. sc. agr., 11, p. 27.
(3) Bull. philom., 1823, p. 85.

§. 7. Des cendres.

L'action des cendres sur les terrains cultivés est, comme la nature même de cette matière, complexe et variable. Les cendres tiennent le milieu entre les amendemens et les engrais, sous ce rapport, qu'outre les matières terreuses qui en constituent la masse, elles contiennent toujours une certaine quantité de sels et de débris organiques. Considérées comme amendement, leur action est variable, selon que, fournies par divers combustibles, elles peuvent contenir des quantités très-diverses de matières terreuses différentes et de sels différens. On peut dire en général, 1° qu'elles agissent mécaniquement en divisant les sols trop compactes, et, sous ce rapport, plus elles sont siliceuses, plus elles ont d'action; 2° elles ont une action hygroscopique, en absorbant l'humidité; 3° elles paraissent agir, comme la chaux, pour accélérer la décomposition du terreau; et 4° enfin, peut-être agissent-elles à titre d'excitans. On remarque que leur action, comme celle de la chaux, est préférable sur les terrains qu'on appelle froids, et qu'il vaut mieux les employer lorsque la pluie est imminente, qu'à toute autre époque.

Je laisse de côté les matières trop rarement employées, et je me bornerai à mentionner encore le plâtre, dont l'usage est fréquent, et le genre d'action très-difficile à déterminer.

§. 8. Du plâtre ou gypse.

Le plâtre qu'on emploie en agriculture est du sulfate de chaux, le plus souvent mélangé avec quelques autres terres; mais une expérience directe de M. Soquet (1), d'accord avec l'expérience vague des agriculteurs, a prouvé que, moins il en contient, plus il est avantageux comme amendement. Ainsi, le plâtre de Bourgogne, qui ne renferme que 3 à 5 pour cent de matières étrangères, est supérieur, sous ce rapport à celui de Paris, qui en contient 12 à 15; et M. Soquet a vu que des trèfles et des luzernes, plâtrés avec un mélange par moitié de plâtre ordinaire et de carbonate de chaux, avaient produit un résultat intermédiaire entre ceux complétement plâtrés et ceux qui ne l'étaient pas du tout.

On n'emploie point ordinairement le plâtre ou sulfate de chaux tel qu'il se trouve dans la nature; mais on le calcine, c'est-à-dire que, par l'action du feu, on chasse l'eau qu'il contient dans la proportion d'environ 1/5e de son poids, et, d'après M. Soquet, on transforme une partie du sel en sulfure de chaux. Dans cet état, le plâtre calciné tend à se régénérer, et lorsqu'il est trop long-temps exposé à l'action de l'air, il y reprend son eau et l'oxigène nécessaire pour redevenir sulfate. Les agriculteurs regardent, en général, cet état de calcination comme nécessaire à l'emploi du plâtre, et ne s'en servent point à l'état où la nature le leur offre. M. Soquet confirme cette opinion, en montrant, 1° que des trèfles et des lu-

(1) Théorie du plâtrage, 8°, Lyon, 1820.

zernes plâtrés avec du plâtre simplement éventé, c'est-à-dire qu'on avait laissé à l'état de sulfate, mais qui avait perdu son eau de cristallisation, n'en avaient ressenti aucun effet; et 2° que les mêmes plantes, plâtrées avec un mélange d'un tiers de sulfure de chaux artificiel et de deux tiers de carbonate de chaux en poudre, en avaient ressenti les mêmes effets que du plâtrage ordinaire. Davy (1) semble toujours parler du plâtre comme étant employé en nature; mais il ne le dit pas expressément, et tout ce que nous connaissons de précis sur cet emploi, est toujours relatif au plâtre calciné. C'est donc de cette préparation que nous nous occuperons d'abord.

Ce qui rend son usage très-extraordinaire, c'est que l'expérience a appris aux agriculteurs que ce plâtre calciné n'a aucune action quand on le met sur le terrain, et qu'on doit en saupoudrer les feuilles des fourrages artificiels pendant leur végétation. M. Soquet a encore confirmé ce résultat par une expérience directe et soignée. Il a légèrement gratté de la terre où, dès l'année précédente, il avait semé du trèfle et de la luzerne; il y a enfoncé une quantité de plâtre de 7 décagrammes sur 2 1/2 pieds carrés, ce qui est au-delà de ce qu'on a coutume d'employer en agriculture (2), et il n'a obtenu aucun effet; tandis que la même quantité saupoudrée sur les feuilles a produit un effet très-prononcé (3). L'ex-

(1) Chimie agricole, trad. franç., vol. 2, p. 72-78.

(2) Dans les environs de Lyon, où cette pratique est fort générale, on répand 100 kilogrammes de plâtre calciné sur 10 ares et 1/2; ce qui fait à peu près 5 décagrammes sur 2 pieds et 1/2 carrés.

(3) Je vois dans la description du Bocage Percheron, p. 94,

périence a encore appris aux agriculteurs que le plâtre calciné doit être jeté sur les feuilles à l'époque où l'on peut prévoir une pluie prochaine. Si, après qu'on l'a mis, il survient une sécheresse, il ne produit aucun effet, et souvent même il en produit un mauvais.

L'effet du plâtre calciné, placé en temps opportun sur le feuillage du trèfle, de la luzerne, et autres fourrages de la famille des légumineuses, est de faire croître l'herbe et les feuilles dans une proportion beaucoup plus forte que leur accroissement ordinaire; aussi lui a-t-on donné dans quelques provinces le nom d'*engrais de miracle*. Ainsi on sait que, dans l'origine de l'introduction de cette pratique due aux Américains, on saupoudrait un pré de trèfle, en écrivant le mot *plâtre*, et que, quelques semaines après, on lisait ce mot marqué sur le pré par l'accroissement insolite des plantes saupoudrées. M. Soquet a fait la même expérience en écrivant la lettre S sur l'un des compartimens de son expérience. On a tous les jours la confirmation de ce résultat par l'accroissement habituel du produit des fourrages artificiels saupoudrés de plâtre calciné. Les diversités de ces récoltes paraissent tenir, soit à la qualité du plâtre plus ou moins bien calciné, plus ou moins éventé, soit à la dose plus ou moins convenable où on l'a employé, soit à l'époque où on en fait l'application. On le fait ordinairement en

par M. Dureau de Lamalle, que M. de Beaujeu y a introduit, dit-on, avec profit l'usage de jeter 150 livres de plâtre cuit par arpent immédiatement après y avoir semé 12 livres de trèfle; mais je ne connais pas assez le détail de ce procédé, et je me borne à étudier ici la méthode usuelle.

avril ou mai, lorsque les fourrages sont assez garnis de feuilles pour que le plâtre jeté en l'air tombe presque tout entier sur les plantes, et non sur le terrain.

L'action du plâtre ne se borne pas à faire croître le feuillage (tige et feuilles); mais la racine elle-même prend plus de force par cette opération. M. Soquet, ayant pesé comparativement des racines de trèfle et de luzerne crues sur des espaces égaux et homogènes, a trouvé que celle dont le feuillage avait été plâtré pesait 29 décagrammes, et l'autre seulement 22. Les agriculteurs savent aussi que le terrain est mieux engraissé par l'enfouissement des racines d'un trèfle plâtré. Cet accroissement de force des racines explique encore un fait bien connu en pratique : c'est que l'action du plâtrage ne se borne pas à l'effet immédiat; mais lorsqu'on a fait la première coupe, on remarque encore à la deuxième, à la troisième et l'année suivante, et même quelquefois plus tard encore, cette amélioration sensible, quoique plus faible, dans l'accroissement de la végétation des plantes qui ont été plâtrées. M. Soquet a encore vérifié ce fait d'une manière directe. On a aussi remarqué qu'il ne faut pas répéter le plâtrage des prairies trop souvent, ni excéder les doses d'une manière sensible, car alors on affaiblit les plantes, au lieu de les faire développer.

Enfin, pour compléter l'exposition des faits, il faut ajouter, 1° que le plâtrage n'est reconnu bien avantageux que pour les herbes de la famille des légumineuses; son action sur les graminées est presque nulle, ou tout au moins peu employée et très-controversée. 2° Chez les légumineuses on ne l'emploie que lorsqu'on veut développer le feuillage, et non lorsqu'on veut obtenir des

fruits ou des graines. L'opinion populaire est en général que le plâtre nuit à ces productions, et l'analogie physiologique doit le faire présumer; mais je ne connais pas d'expériences directes faites à ce sujet. Plusieurs agriculteurs(1) assurent que lorsqu'on plâtre des lentilles, des pois et des haricots, les graines deviennent dures ou difficiles à cuire, comme lorsqu'on veut les faire cuire dans de l'eau séléniteuse ou chargée de sulfate de chaux. Si ce fait est bien avéré, il semblerait prouver qu'une partie du sulfate de chaux pénètre dans la plante; mais je n'ai pas vu le fait, et je ne puis que le signaler à la vérification des observateurs. Il semble confirmé par cet autre, savoir, qu'on ne plâtre pas les trèfles destinés à produire de la graine.

Lorsqu'on a voulu se rendre raison des faits que je viens d'exposer, on a eu recours à deux opinions : les uns les ont attribués à l'action du sulfate de chaux sur le sol, et à son introduction dans la plante; les autres, à son action sur la vitalité même du végétal.

La première opinion a été soutenue par Davy; mais il faut avouer que cet habile chimiste ne paraît pas l'avoir étudiée avec le soin qu'il mettait aux questions de pure chimie; il se fonde, 1° sur ce qu'à l'analyse il a trouvé du sulfate de chaux dans plusieurs plantes; mais il en cite quelques-unes, telles que le ray-grass, sur lesquelles l'action du plâtre est très-douteuse. 2° Sur ce que le plâtre n'a eu aucune action dans deux fermes du Yorkshire,

(1) Voy. Ann. de la soc. d'agr. de la Charente, 1826, p. 382. Le même fait m'a été personnellement attesté par des agriculteurs de plusieurs pays.

où le sol contenait du sulfate de chaux; mais lui-même assure que ce sulfate existe en petite dose dans un très-grand nombre de terrains, et l'expérience des pays où l'emploi du gypse est habituel tend à prouver qu'il agit avec le même succès dans les terrains où il y a du sulfate de chaux naturellement. 3° Cette opinion ne rend raison ni de la petite quantité de plâtre qu'on doit employer, ni de la nécessité de le mettre sur les feuilles, ni de la supériorité, peut-être même de la nécessité de l'emploi du plâtre calciné. 4° Elle semble en opposition directe avec l'observation générale des agriculteurs, que les terrains qui renferment une quantité notable de sulfate de chaux, et surtout les eaux séléniteuses, sont plus nuisibles qu'utiles à la végétation.

La seconde opinion a été vaguement indiquée par Ch. Pictet, puis précisée et développée par M. Soquet, dans l'excellent mémoire que j'ai déjà cité. Ce chimiste pense que le plâtre calciné, appliqué sur les feuilles, excite leur végétation, et notamment leur faculté de décomposer le gaz acide carbonique; d'où résulte une plus grande activité dans l'élaboration des sucs, une plus grande dose de sève descendante envoyée aux racines, et l'acroissement général de la végétation. Il suppose de plus que cet effet est dû à ce qu'une partie du sulfate est changée en sulfure, et tend à absorber de l'oxigène. Cette dernière partie de l'opinion de M. Soquet est peut-être contestable; il n'a pas prouvé par l'analyse que le plâtre calciné fût mêlé de sulfure, et il est difficile d'admettre que les végétaux qui ont besoin d'absorber de l'oxigène pour vivre, pussent être favorisés par un agent qui le leur enleverait : je suis donc porté à croire que l'action du

gypse calciné est bien d'exciter la vitalité des parties foliacées, mais qu'il pourrait bien se faire que cette excitation s'exerçât, soit en attirant l'eau de végétation des feuilles, et en excitant ainsi l'exhalaison aqueuse, soit par quelque action directe sur la vitalité du tissu foliacé. L'accroissement direct de la quantité de carbone combiné par les feuilles, loin de faire grandir les parties foliacées, tendrait au contraire à rendre le végétal plus fort, mais plus trapu, tandis que l'excitation de l'ascension de l'eau, suite nécessaire de son exhalaison, explique bien l'accroissement en longueur des parties foliacées. Tout au moins faudrait-il admettre que les deux effets sont simultanés. Cette légère modification aux idées de M. Soquet ne m'empêche pas de rendre une entière justice à son beau travail, et de le considérer comme un des modèles qui méritent d'être imités dans les recherches de physiologie expérimentale. Il serait à désirer qu'il l'étendît à l'emploi du plâtre sur des plantes de diverses familles, et qu'il essayât plus complétement l'action du plâtre non calciné; qu'il vérifiât si, à l'analyse, on retrouverait du sulfate de chaux dans les cendres des végétaux plâtrés par aspersion, comparés à ceux qui ne l'ont pas été, ou qui l'ont été par le terrain; qu'enfin il vérifiât l'action du plâtre sur la fleuraison et la fructification des végétaux.

Jusqu'ici j'ai raisonné d'après l'ensemble des faits admis par les agriculteurs; mais je ne dois pas dissimuler que, dans ces dernières années, il s'est trouvé quelques écrivains qui ont assuré, 1° que le plâtre cru avait la même action que le plâtre cuit; 2° que le plâtre mis en terre, soit en semant le trefle, soit après sa venue, favo-

risait sa végétation. M. Dureau de Lamalle (1) affirme ces faits d'après M. de Beaujeu; M. Barrois (2) le confirme d'après des expériences qu'il a faites, et M. Peschier assure (3) avoir obtenu le même résultat. Comme ces assertions n'ont pas été développées avec des détails suffisans, je ne puis encore, d'après elle, abandonner les opinions contraires qui paraissent appuyées sur une masse imposante d'expériences en grand et en détail.

On voit, d'après cette exposition des faits et des opinions relatives au plâtre, que son emploi n'est probablement pas un véritable amendement, et se rapproche beaucoup de l'action des engrais excitans : peut-être aurais-je dû le rejeter dans le chapitre suivant, ou faire un chapitre spécial des stimulans propres à exciter la végétation; mais cette action est encore trop obscure pour que j'aie osé la traiter directement. Les faits qui y sont relatifs se trouveront encore épars, ou dans les chapitres relatifs aux amendemens ou aux engrais, ou dans celui qui est relatif à l'action des substances vénéneuses sur les végétaux.

§. 9. De l'écobuage.

L'écobuage est une opération qui tient le milieu entre celle d'amender et celle d'engraisser le terrain : je le place ici parce que la première me paraît l'action principale. Il consiste à brûler la surface du sol avec les

(1) Agric. du Bocage Percheron.

(2) Bull. sc. agr., 8, p. 169.

(3) Mém. lu à la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, en 1831.

plantes ou débris de plantes qu'elle contient, et à répandre les cendres sur le terrain.

Cette opération détruit une partie des matières organiques mêlées dans la croûte brûlée, en les transformant en fumée que l'atmosphère emporte (1), ou en charbon qui ne redevient utile qu'à la longue : elle peut, dans les terrains ou expositions très-sèches, nuire à la qualité du sol, en transformant les parties argileuses en corps peu disposés à attirer ou à conserver l'humidité de l'air.

Elle peut au contraire être utile à la végétation, 1° en détruisant les mauvaises herbes et les œufs ou repaires d'animaux nuisibles; 2° en participant, par les matières terreuses ou alcalines, aux avantages des cendres, et par les matières charbonneuses à celles du charbon (2); 3° en diminuant dans les sols trop argileux ou trop humides leur disposition à attirer ou à retenir l'humidité de l'air, de la pluie ou du terrain.

Il est donc évident, et la pratique confirme cette théo-

(1) Lord Dundonald (Bull. sc. agr., 12, p. 114) estime que les 19/20es de la matière végétale sont détruits par l'écobuage. Tout en croyant cette estimation trop forte, on ne peut douter que cette quantité ne soit considérable.

(2) Dans un grand nombre de pays, sans écobuer, on brûle les débris des végétaux herbacés et les mauvaises herbes pour répandre ensuite les cendres et les charbons sur le terrain. Dans certains pays, comme la Catalogne (Bull. sc. agr., 12, p. 115), on apporte le terrain des matières végétales ligneuses prises dans les forêts pour les brûler sur le sol et avec le sol. Ce sont des opérations qui participent de l'écobuage, de l'amendement produit par les cendres et de l'engrais dû au charbon.

rie, que l'écobuage est utile, 1° dans les terrains trop argileux, pour les diviser et les rendre moins hygroscopiques; 2° dans les terrains très-chargés de mauvaises herbes, et en même temps très-humides; 3° dans les climats où l'humidité de l'air est très-continue; 4° dans les terrains marécageux, tourbeux ou froids, couverts de mousses, de joncs, de lichens, etc., pour les exciter par les molécules alcalines des cendres, et accélérer leur décomposition. Dans les terrains ou les circonstances contraires à celles que je viens d'indiquer, l'écobuage est un mal, et il vaut mieux enfouir les débris organiques, ou en faire des engrais ou des composts.

L'appréciation de ces deux effets opposés de l'écobuage, qui est le résumé de tant de mémoires écrits contradictoirement sur ce sujet, explique les prodigieuses contradictions des auteurs agronomiques à cette occasion; c'est ici un exemple curieux de l'erreur de certains agronomes, qui croient se montrer prudens et pratiques en déclamant contre ce qu'ils appellent la théorie, comme si la théorie était autre chose que la réunion et la généralisation logique des faits bien connus et avérés. Ils disent que l'expérience est tout : faudrait-il donc que chacun fît toutes les expériences sur son propre champ, et doit-on lui conseiller de ne jamais profiter de l'expérience d'autrui? Mais, pour profiter de l'expérience, il faut apprécier l'analogie ou la différence des circonstances, et cette appréciation est un pur résultat de théorie.

CHAPITRE X.

Des Engrais.

On désigne sous le nom collectif d'engrais toutes les substances dont l'action principale, quand on les mêle dans le terrain, est d'y accroître la quantité des matières qui peuvent servir à la nutrition des végétaux. Dans ce sens théorique, les engrais diffèrent clairement des amendemens; mais en pratique cette distinction est loin d'être aussi tranchée, parce que la plupart des matières qu'on emploie comme engrais jouent aussi quelque rôle à titre d'amendement : elles contiennent, par exemple, une certaine quantité de terres dont l'action rentre dans les lois exposées tout à l'heure; elles influent par diverses circonstances sur la densité, l'hygroscopicité ou la température du sol, circonstances qui rentrent dans celles que nous avons indiquées, mais qui, combinées avec l'action nutritive, exigeront quelques développemens. L'action des engrais est si importante et si compliquée, qu'elle a fait le sujet direct de plusieurs ouvrages (1), et qu'elle occupe une place considérable dans tous les traités relatifs à l'agriculture (2). Nous ne

(1) Voy. en particulier Maurice, Traité des engrais, 1 vol. in-8°, Genève, 1815.

(2) Voy. Davy, Chimie agricole, 6ᵉ leçon; Chaptal, Chimie

devons la considérer ici que dans les généralités relatives à la physiologie des plantes.

Parmi les idées générales qu'on a émises relativement à l'action des engrais, on peut distinguer l'opinion de Rozier, qui les comparait à des savons, et celle de Senebier, qui attribuait le rôle pricipal à la fermentation. La première opinion se fonde sur ce que rien ne pénètre dans les végétaux sans être dissous dans l'eau, et sur ce que le rôle des engrais est évidemment d'accroître dans le terreau la quantité des matières organiques solubles; mais il faut entendre ici le mot de savon, non-seulement des combinaisons des matières huileuses et alcalines, comme le comporte le vrai sens du mot, mais de toutes modifications quelconques, d'où résulte la solubilité. La seconde opinion se fonde sur ce fait, que la fermentation est le moyen le plus habituel de développer de l'acide carbonique, et que celui-ci est l'aliment ordinaire des végétaux : mais il faut reconnaître que la présence de l'acide carbonique est l'objet essentiel, et que la fermentation n'est que l'un des moyens d'atteindre ce but. En réunissant ces diverses idées et en les agrandissant de tout ce que nous connaissons sur la nutrition végétale, on peut arriver à comprendre plus complétement le rôle des engrais.

Ce rôle mérite d'être étudié sous divers rapports. Si l'on exclut par la pensée tout ce qui se lie à la théorie des amendemens, les engrais proprement dits méritent

agricole; les articles *Engrais* et *Fumier* des Dictionn. d'agriculture de Rozier, Bosc, etc.: les chapitres correspondans dans Thaer, Traité d'agriculture; Moretti, *Bibl. agraria*, etc., etc.

notre examen : 1° par la quantité de charbon qu'ils peuvent contenir, et les divers états sous lesquels ils le présentent aux plantes ; 2° par les matières spéciales, telles que l'azote, par exemple, qu'ils peuvent fournir à la nutrition des végétaux ; 3° par la présence de certains sels ou de certaines propriétés spéciales qui leur donnent le pouvoir d'agir peut-être à titre d'excitans sur la vitalité des plantes. Le premier objet est de beaucoup le plus important, le mieux prouvé et le plus appréciable par nos moyens d'investigation. Le second est accessible à nos recherches, mais borné à certaines classes d'engrais. Le troisième est plus obscur, plus difficile à démontrer, mais ne paraît pas pouvoir être négligé.

Toutes les matières d'origine organique peuvent être comptées au nombre des engrais. Dans le cours naturel des choses, elles se mêlent dans le sol et constituent sa fertilité originelle. Dans l'état de culture, l'homme récolte et introduit dans le terreau celles qu'il a le plus de facilité à se procurer, ou dont l'action a été reconnue la plus puissante. L'énumération des engrais est un objet d'agriculture pratique, et je me bornerai à en indiquer la classification générale. On a coutume de les distinguer en trois classes.

Première classe. Les engrais *animaux*, qui se composent, 1° des excrémens des animaux à sang chaud, qu'on désigne sous le nom de *fumiers* : tels sont, parmi les mammifères, ceux des races bovine, chevaline, ovine, des ânes, des cochons, et même de l'homme ; parmi les oiseaux, ceux des pigeons, des poules, des canards, etc. ; toutes les fientes d'animaux à sang chaud pourraient

rentrer ici. 2° Les fientes des animaux à sang froid, qui sont des engrais fort inférieurs aux précédens et qu'on n'a pas l'habitude de récolter ni de classer parmi les fumiers. 3° Les engrais liquides provenant des urines, du sang et de l'écoulement des fumiers. 4° Les chairs de tous les animaux et leurs débris mous quelconques, tels que les entrailles, les déblais des boucheries et poissonneries. 5° Les poils, cornes, cuirs et autres parties coriaces et de lente décomposition. 6° Les os, les coquilles et autres parties terreuses des animaux qui n'agissent que pulvérisées, dont l'action est lente et se rapproche de celle des amendemens terreux, et qui, étant très-chargés de chaux, conviennent d'autant plus que le terrain est moins calcaire.

Seconde classe. Les engrais *végétaux*, qui comprennent, 1° les plantes enfouies ou enterrées vivantes en totalité, comme on le fait pour les lupins, les varecs, ou en partie comme on le pratique pour les trèfles ou les luzernes, dont on enfouit les racines. 2° Les plantes mortes qu'on enfouit comme les précédentes : tels sont les pailles, les feuilles sèches, les tourbes, etc. 3° Les portions solides des végétaux ligneux qu'on mêle au terreau pour accroître sa fertilité future : tels sont le tan, la sciure de bois. 4° Les résidus des opérations qui ont été faites pour profiter de certains sucs : tels sont les tourteaux des matières dont on a tiré du vin, du sucre, de l'huile, et dans quelques cas l'huile elle-même mélangée avec des cendres. 5° Les résidus des combustions qui ont mis à nu une certaine quantité de carbone : tels sont la suie, le charbon, etc.

Troisième classe. Les engrais *mixtes*, c'est-à-dire,

mêlés de matières végétales et animales, et le plus souvent de matières minérales qui les rapprochent des simples amendemens. Les fumiers mêlés de paille pourraient à toute rigueur se classer ici; mais, vu le peu d'importance nutritive de la paille, on les laisse dans la première classe. Nous rapportons à celle-ci, 1° les boues des villes et des routes; 2° la vase des étangs, le limon des rivières, etc.; 3° les composts ou mélanges artificiels d'engrais de l'une des deux premières classes avec du terreau; 4° quelques-uns y rapportent les os et les coquilles, à cause de la grande prédominance de la matière terreuse qu'ils renferment.

La preuve démonstrative de l'action générale des engrais, et la comparaison de la valeur de quelques fumiers sur les céréales, peut se déduire d'expériences fort curieuses faites par M. Hermstædt (1) : ayant employé vingt-cinq livres de chaque engrais sur des planches de terre égales et semblables, et semé dans chacune huit onces de grain de la même manière, il a eu :

	Seigle.	Orge.	Avoine.
Avec le fumier de mouton....	13 pour 1	16	14
— de chèvre....	13	15	15
— de cheval.....	11	13	14
— de vache.....	9	11	16
— d'homme.....	13	13	14 1/2
— de pigeon.....	9	10	12
Avec de l'urine d'homme.....	13	13	13
Du sang de bœuf sec....	14	16	12 1/2
De la terre végétale.....	6	7	13
De la terre non fumée...	4	4	5

(1) *Ann. der Landwirthsch*, 22, p. 1; Bull. sc. agr., 13, p. 216.

Pour apprécier l'action générale de la multitude d'engrais employés, il convient de les analyser par la pensée, et de les comparer sous le rapport des différens ingrédiens qui les composent. Le carbone tient ici le premier rang. Ce n'est pas seulement sa quantité absolue qu'il faut examiner, mais l'état dans lequel il se trouve, et d'où résulte sa plus ou moins grande aptitude à nourrir les végétaux. La matière la plus riche en carbone, telle que le charbon de bois par exemple, compte à peine parmi les engrais, parce que le carbone y est dans un état où il ne forme d'acide carbonique ou de l'ulmine que très-lentement par sa combinaison avec l'air, et qu'il n'est point susceptible de former des matières solubles que les racines puissent absorber. Ce n'est que fort à la longue qu'il éprouve ces altérations, et alors, comme le démontre la vigueur des plantes crues sur les vieilles charbonnières des forêts, il agit réellement comme engrais. Le marc des raffineries de sucre (1), qui contient beaucoup de charbon animal mélangé ou combiné avec diverses parties extraites du sucre brut, forme un engrais très-apprécié dans le voisinage de ces fabriques. Toutes les matières qui contiennent des quantités diverses de carbone servent à la nutrition, 1° parce que l'oxigène de l'air s'empare par simple affinité d'une partie de ce carbone pour en faire de l'acide carbonique, ou que la fermentation en dégage une certaine quantité. Dans l'un et l'autre cas, cet acide carbonique se dissout dans l'eau du terreau, et, absorbé par la plante, sert à la nourrir. 2° Ces mêmes matières sont plus ou moins disposées à se

(1) Payen, Ann. soc. d'hortic. de Paris, 1827, p. 171.

dissoudre dans cette même eau de végétation. Cet effet est principalement dû à la quantité d'ulmine ou d'acide ulmique (1) qu'elles contiennent. Cette matière très-charbonnée, mais insoluble à l'eau, provient de la décomposition naturelle ou artificielle de la plupart des matières végétales. Elle devient soluble par son union avec une très-petite quantité d'un alcali quelconque, tel que l'ammoniaque, qui se dégage des fumiers animaux, ou la potasse des terreaux ou la chaux, qu'on ajoute souvent aux tourbes et autres matières peu solubles ou froides, selon le langage des agriculteurs. Ces matières dissoutes sont absorbées par les racines, décomposées et probablement transformées en grande partie en acide carbonique dans les feuilles par l'action de l'oxigène absorbé pendant la nuit. Ceux des engrais où, par suite de leur composition, ce double effet est prompt, sont recherchés comme très-nourrissans, surtout pour les plantes annuelles. C'est ce qui arrive pour les fumiers proprement dits : ceux où ces effets sont lents produisent un effet moindre, mais plus permanent. C'est ce qui arrive aux cuirs, aux poils, aux plumes, aux cornes, qu'on recherche pour la culture des arbres, en partie à cause de cette prolongation d'effet.

La quantité d'azote qui peut se trouver dans les parties

(1) Voy. le Mémoire de M. Pol. Boullay, Journ. de pharm., 1830, p. 165, et tout ce que nous avons dit dans l'énumération des matériaux immédiats des végétaux, liv. II, chap. XI. L'ulmine ou acide ulmique paraît la même matière que M. Sprengel désigne sous le nom d'*acide humique*. (Voy. Tromsdorf, Journ., 7, p. 153; 8, p. 145; Bull. de Féruss. sc. chim., 10, p. 173.)

solubles absorbées par les racines, a été jusqu'ici peu appréciée; cependant on ne peut douter qu'elle n'ait une action, soit parce que la plupart des végétaux contiennent un peu d'azote dans leur tissu, et qu'on trouve ici un moyen d'en concevoir l'origine, soit parce que l'expérience semble prouver que les engrais animaux, qui sont les plus riches en azote, sont aussi ceux qui produisent le plus d'effet sur certains végétaux riches en matières azotées, tels que les céréales, les crucifères. Nous avons cité, liv. II, p. 328, en parlant du gluten, les belles expériences de M. Hermstædt, qui prouvent que la quantité proportionnelle de cette matière augmente en général dans le froment avec la qualité plus azotée des engrais employés.

Outre ces effets purement nutritifs, l'étude des engrais doit encore tenir compte de plusieurs autres considérations.

1°. La rapidité et le degré de fermentation qui résultent pour chaque sorte d'engrais de la proportion de ses élémens et de leur état particulier, déterminent une certaine élévation de température. On s'en sert très-évidemment dans l'horticulture, soit lorsqu'on emploie la chaleur du fumier pour réchauffer des couches à semis ou à boutures, soit lorsqu'on réchauffe les serres avec la tannée encore susceptible de fermentation. L'agriculture profite de cette élévation de température produite par les fumiers, mais à un degré beaucoup moindre, soit parce que le fumier, divisé au lieu d'être en masse, en produit moins; soit parce que l'habitude de le conserver longtemps en tas fait qu'on ne l'enterre que lorsque sa fermentation est presque achevée.

2°. La quantité d'eau que les divers engrais contiennent, retiennent ou absorbent dans leur tissu, est un des élémens les plus importans de leur manière d'agir. S'il y en a trop, ces engrais aqueux ne fournissent aux plantes que de l'eau peu chargée de matières nutritives, et ils ne conviennent que dans les terrains ou les climats naturellement très-secs : ainsi, l'enfouissement des plantes vivantes est beaucoup plus vanté, par ce motif, dans les pays secs et méridionaux, que dans les pays humides ou septentrionaux. S'il n'y a pas assez d'eau, comme cela arrive pour les engrais secs, tels que le cuir, la plume, etc., ou pour les fientes sèches, telles que celles de mouton, de pigeon, etc., alors il arrive, ou pour les premiers, que ces engrais ne se dissolvent qu'à la longue, et ont une action très-lente, ou pour les seconds, que l'eau qu'ils fournissent aux plantes est trop chargée de matières âcres, et risque de les brûler. Ces genres d'engrais sont préférables, soit dans les terrains trop humides, soit pour certaines cultures spéciales. Ainsi les cuirs, les cornes râpées, les plumes et matières analogues, forment un admirable engrais pour l'olivier, qui redoute beaucoup l'humidité (1). Ces données doivent encore se combiner avec ce que nous avons dit, chap. VII, sur la manière diverse dont chaque terrain tend à retenir ou à perdre l'eau qu'il reçoit. On peut encore ajouter qu'une trop grande abondance d'eau risque, lorsque le sol est facilement perméable, d'entraîner

(1) C'est probablement sous le même rapport que l'enfouissement du buis a été conseillé comme engrais de l'olivier par M. Bonnariq. (Bull. soc. agric. de Montpell., août 1809.)

les parties solubles hors de l'atteinte des racines superficielles; tandis qu'une quantité trop faible laisse se concentrer toute l'action de l'engrais sur la place même où il est accumulé, sans en permettre même la diffusion.

3°. Le mélange de parties inégalement dissolubles offre l'avantage de prolonger l'effet de l'engrais, et, dans quelques cas, les parties non dissoutes soutiennent mécaniquement le sol, de manière à permettre à l'air d'atteindre aux parties charbonneuses, et de former de l'acide carbonique : ainsi la paille, précisément parce qu'elle est creuse et peu dissoluble, maintient de l'air dans le terrain, soutient les molécules du sol, et favorise par conséquent l'action de la partie animale et vraiment nutritive du fumier.

4°. Un grand nombre des matières qui servent d'engrais contiennent des sucs ou des sels qui, par leur nature âcre ou stimulante, paraissent jouer sur les végétaux, à faible dose, le rôle d'excitans; à forte dose, celui de poison. Ainsi les urines, et probablement les urates, les sucs acides, alcalins, bilieux ou autres, mélangés dans les excrémens, etc., agissent sur les végétaux d'une manière qui paraît indépendante de leur action nutritive, et que l'on rapporte, quoique d'une manière encore un peu hypothétique, à leur action excitante.

La réunion de toutes ces différentes actions, à des degrés divers, constitue l'étude spéciale de chaque espèce d'engrais. On a tenté de les indiquer vaguement par la division consacrée dans l'agriculture des engrais *chauds* et *froids*. On entend par engrais chauds ceux donc l'action est rapide, soit à cause de leur disposition à fermenter, et de leur solubilité; soit à cause des matières exci-

tantes qu'ils renferment, mais qui ne contiennent pas beaucoup d'eau; car celle-ci, en délayant leurs molécules actives, ralentirait ou diminuerait leurs effets : tels sont les fumiers de pigeon, de mouton, de cheval, d'homme, les urines concentrées, etc. On entend par engrais froids tous ceux dont l'action est lente, soit parce que leur tissu est difficile à décomposer ou à mettre en fermentation, soit qu'ils renferment peu de matières âcres, soit enfin qu'ils soient trop délayés d'eau : tels sont les engrais végétaux, les fumiers d'animaux aquatiques, les vases d'étangs, etc. Cette division est vague, et confond, comme on vient de le voir, des actions diverses; mais elle est souvent commode comme expression abrégée d'un certain effet complexe.

Ces considérations, toutes générales qu'elles sont, peuvent nous donner le moyen d'éclairer quelques questions controversées entre les agriculteurs.

La préparation des fumiers des étables est considérée sous des points de vue très-divers. En général, on se contente de les entasser, soit par économie de place, soit pour éviter trop d'évaporation, et on les abandonne à eux-mêmes; mais il est aisé de conclure de ce qui précède, que l'action du soleil enlève une partie de leur humidité, ce qui retarde la fermentation; que celle de l'air enlève sans cesse une partie du carbone, ce qui, à la longue, diminue leur valeur nutritive; qu'enfin la pluie entraîne leurs parties les plus solubles et les plus utiles. On diminue ces inconvéniens, soit en les tassant et en les tressant sur le bord des tas, soit surtout en les couvrant d'un hangar qui laisse jouer l'air nécessaire à leur fermentation, mais les met à l'abri de la pluie et du so-

leil. On conserve les parties liquides, soit en plaçant les tas de fumier sur des pavés ou des dales qui en empêchent l'écoulement, soit surtout en dirigeant ces égouts nutritifs dans des sortes de citernes, d'où on les pompe pour les porter sur les prés. Lorsque cette organisation est bien connue, et qu'on profite de tout le liquide, on se trouve bien, dans quelques systèmes de culture où le soin des prés l'emporte sur celui des champs et des vignes, d'arroser les fumiers pour accroître l'engrais liquide. La quantité de paille qu'on met avec les fientes d'animaux est en général avantageuse, parce qu'en permettant à l'air d'y pénétrer, elle les dispose à la fermentation.

Lorsqu'on ne peut profiter sur place de tous les fumiers qui se produisent, on cherche alors à les rendre transportables au loin : c'est ce qu'on obtient près des grandes villes en les desséchant sous forme de poudrette, ou en les combinant avec de la chaux pour faire des urates. Ces moyens sont utiles comme procédés qui facilitent les transports; mais ils font toujours perdre une quantité considérable de la matière nutritive emportée par l'air ou par l'eau dans la préparation.

Lorsqu'il s'agit de profiter de la plus grande quantité qu'il est possible de la matière nutritive des engrais, il est certain que le moyen le plus sûr est d'enterrer les fumiers tout frais, comme le recommande M. Curwen (1) pour la culture des légumes, et M. Lambruschini (2) d'une

---

(1) *Techn. repos.*, 1826, p. 365; Fér., Bull. sc. agric., 1828, v. 9, p. 65.

(2) *Att. soc. georgof.*, 3, p. 69; Bull. sc. agr., 12, p. 227.

manière plus générale ; mais, d'un côté, cette pratique est souvent difficile à concilier avec un système donné d'agriculture ; de l'autre, elle oblige à transporter sur les champs une certaine proportion d'eau qui ne fera que s'évaporer ; enfin elle met dans le terrain un fumier qui devra rester plus long-temps avant d'entrer en fermentation et en dissolution. Ces motifs font que la plupart des agriculteurs préfèrent le fumier fait, dont l'action est plus active ; il en est qui exagèrent cette lenteur à employer le fumier, et qui en perdent ainsi une partie considérable. Le moment le plus avantageux pour son emploi est celui où il a encore une chaleur sensible et où la paille n'est pas décomposée.

Il arrive souvent que les cultivateurs portent les fumiers sur les champs et les y laissent en tas pendant quelque temps, afin de les exposer à l'air ; c'est le correctif du temps trop long qu'ils les ont laissés en grand tas ; mais cette méthode est blâmable : l'air enlève une partie notable du carbone ; la dessiccation arrête la fermentation, ou si la pluie survient, elle entraîne une partie trop considérable des molécules nutritives dans la portion du sol située sous chaque tas.

La profondeur à laquelle le fumier doit être enterré peut aussi se déduire de ces principes : s'il est trop profond, l'eau de la pluie entraîne ses parties solubles audessous des racines des plantes, qui en profitent peu ou point ; s'il est absolument superficiel, la dessiccation en arrête la fermentation : on ne peut donc admettre sans restriction la règle trop absolue de M. Curwen, d'enterrer le fumier aussi profond que possible, et il convient de l'enterrer modérément, et d'autant moins qu'il s'agit

de fumer des végétaux à racines plus petites et plus superficielles.

On a imaginé divers moyens pour profiter de la totalité des molécules nutritives des engrais : je mentionnerai les principaux, savoir, le parcage, l'enfouissage, la fabrication des composts et l'emploi des engrais liquides.

Les excrémens des animaux concourent à fertiliser les terres vagues; mais comme ils tombent isolés et à la superficie du sol, la plus grande partie s'évapore et ne sert point au terrain ou ne sert qu'à la longue. On corrige cet inconvénient en réunissant sur un espace très-resserré un grand nombre d'animaux; leur piétinement et le soin qu'on prend d'enfouir leurs résidus par le labour, font que la totalité de l'engrais profite au sol. Les animaux à fientes sèches, comme les brebis, sont ceux où cette opération est la plus avantageuse: on calcule qu'une brebis peut fumer convenablement neuf pieds carrés de terrain.

L'enfouissage des végétaux vivans, ou récemment morts, est une opération analogue à la précédente : on y profite de même de la totalité de la matière végétale, soit en enterrant la plante en totalité, comme on le fait des lupins; soit en enterrant sa base, comme on le fait du trèfle. Dans ce dernier cas, il convient d'enfouir peu après la dernière coupe, afin que toute la partie inférieure des tiges se décompose dans le terrain et non à l'air. M. Knight (1) a spécialement appelé l'attention des horticulteurs sur l'emploi des engrais végétaux, tels que la fougère, l'herbe de la pomme de terre, etc.

---

(1) *Trans. hortic. soc.*, 1, p. 248.

Les composts sont d'une haute importance pour l'utilisation des engrais, et il est à désirer que cette méthode devienne chaque jour plus populaire : elle consiste à entasser, en les stratifiant, l'engrais avec de la terre, de maniere que chaque couche de terre reçoive les égouts de la couche d'engrais qui est au-dessus d'elle, et protége contre l'évaporation celle qui est au-dessous. On peut faire des composts avec toutes les sortes d'engrais connus, soit animaux, soit végétaux, soit mixtes; on accélère quelquefois la décomposition des matières organiques en y mélangeant un peu de chaux vive, ou en arrosant le tas de compost avec des engrais liquides, des eaux grasses, ou simplement avec de l'eau, lorsqu'il tend à se dessécher. Ce procédé conserve la totalité de la valeur des engrais, prépare d'excellent terreau pour les jardins et les cultures de médiocre étendue, et mérite à tous égards, ne fût-ce même que pour la propreté, d'être recommandé aux cultivateurs. Le sable de mer, si célèbre comme engrais dans quelques provinces maritimes, est une sorte de compost naturel formé de sable et de parties salines qui agissent comme amendement, et des débris organiques d'animaux et de végétaux qui agissent comme engrais. Il est surtout utile dans les terres argileuses (1)

Enfin l'emploi des engrais liquides est une dernière méthode par laquelle on évite la perte des engrais; on utilise sous cette forme les urines des bestiaux, les égouts des fumiers, les eaux des lavoirs, le sang des bou-

(1) Voy. Le Breton, 1828, p. 118; Fér., Bull. sc. agr., 9, p. 231.

cheries, et en général toutes les eaux chargées de matières organiques; l'emploi des urines, en particulier, était connu dès les temps les plus anciens. Columelle dit que les arbres ainsi arrosés donnent des fruits plus nombreux et plus savoureux; Palladius le dit aussi de la vigne, et Mortimer assure que les pommes de reinette de Kent avaient dégénéré quand on n'arrosait pas les pommiers avec de l'urine. Engel vante aussi son emploi pour la pomme de terre; et ce qu'on dit de l'urine est applicable à la plupart des engrais liquides que j'ai cités tout à l'heure. Ces procédés sont spécialement en usage dans la Suisse allemande pour l'arrosement des prairies (1); ils conviennent à ce genre de culture, qui a besoin d'arrosement, et dont les souches peuvent résister à l'action dissolvante de ces eaux. On se sert encore de ces engrais liquides pour fumer pendant l'hiver les jardins ou les champs vacans, et pour engraisser les composts. La matière qui colore ces eaux en brun ou en noir, et qu'on avait prise pour du charbon, paraît, d'après le beau travail de M. Pol. Boullay, cité plus haut, être de l'ulmine qui y est à l'état insoluble, mais que les alcalis, même à très-faible dose, rendent soluble, et par conséquent susceptible de servir à l'absorption des végétaux. Il est à désirer que l'emploi pratique des engrais liquides, qui servent à la fois d'engrais et d'arrosement, devienne plus universel et plus populaire dans une grande partie de l'Europe.

---

(1) Voy. l'instruction sur les engrais liquides que j'ai rédigée par ordre du comité d'agriculture de Genève, 1825, avec une planche. (Bull. agr. de Genève, 3e année, no 28; Bull. des sc. agr., 11, p. 130; Journ. agr. de l'Ain, 1831.)

La place où l'on doit appliquer l'engrais mérite, dans quelques cas, d'être notée : lorsqu'il s'agit d'herbes ou de végétaux de petite dimension, on fume tout le sol indistinctement ; mais lorsqu'il s'agit d'engraisser le terrain pour des arbres écartés les uns des autres, on ne pourrait, sans une perte évidente, suivre le même procédé. Si on met l'engrais trop loin de l'arbre, il est perdu ; si on le met trop près du tronc, il risque de le pourrir. La place la plus convenable est, comme pour l'arrosement, de le déposer dans un fossé circulaire situé à la distance du tronc qui correspond à l'extrémité des branches. C'est une règle que j'ai vu observer avec soin dans les olivettes de la Toscane, et par laquelle on économise beaucoup la quantité d'engrais nécessaire pour cet arbre précieux.

L'époque à laquelle on doit engraisser les terrains est fort modifiée par la nature des plantes et le système général de culture. L'usage assez universel de fumer en automne a le grave inconvénient d'exposer l'engrais à l'action des pluies de l'hiver, qui le lavent et entraînent une grande partie des molécules nutritives. On se trouve mieux, sous ce rapport, des engrais apportés au printemps, soit sur les terres vacantes, en les enfouissant de suite, soit sur les plantes déjà en végétation. Les agriculteurs les plus distingués recommandent de ne pas craindre d'épandre le fumier sur les jeunes blés ou les jeunes prairies artificielles, et on conçoit en effet que les plantes profitent ainsi immédiatement de toute la nourriture qu'on leur destine.

La quantité d'engrais qu'on doit employer est complétement subordonnée à la nature plus ou moins riche de ces engrais, à la qualité du sol, au système de culture

adopté et au choix des végétaux cultivés. On sait assez que les terrains mal engraissés ne produisent que des végétaux chétifs ; mais il est bon d'avertir que l'excès a aussi, indépendamment de la dépense, des inconvéniens réels : il tend souvent à faire pousser les plantes trop en feuilles et pas assez en fruits ; il détermine dans plusieurs légumes et certains fourrages (1) une saveur peu agréable, et enfin il occasionne, dans quelques plantes, de véritables maladies : c'est ainsi que les mûriers blancs placés près des fumiers ou dans des sols trop fumés, sont sujets à des ulcères d'où découle une sanie âcre et noirâtre qui accélère souvent leur mort. On a souvent donné à cette maladie le nom de *gangrène humide* (2).

Je terminerai ce chapitre comme je l'ai commencé, en rappelant qu'il ne s'est agi que d'indiquer les bases générales de l'action des engrais, et non l'action, ni la préparation, ni l'emploi particulier de chacun d'eux. Ces objets doivent être cherchés dans les livres spéciaux d'agriculture. Je ne puis terminer ce sujet sans faire remarquer que, de même qu'en parlant des rapports de l'air avec les êtres organisés, nous avons admiré cet ordre général de l'univers, qui se maintient permanent parce que les animaux consomment l'oxigène fourni par les plantes, et les plantes le carbone dégagé par les animaux ; de même ici, en examinant la nutrition d'une manière générale,

(1) Les herbes qui, dans les pâturages des montagnes, naissent sur les points où la bouse des vaches était tombée l'année précédente, est plus grande qu'ailleurs ; mais elle est le plus souvent laissée intacte par les bestiaux.

(2) Voy. Macary, Bull. soc. agr. de Montpellier, févr., 1811.

nous voyons les végétaux du globe, sans cesse nourris par les déjections et les débris des animaux, débarrasser ainsi la surface du sol des matières les plus dégoûtantes, et les remettre dans la circulation générale.

CHAPITRE XI.

De l'Influence produite sur les Végétaux par des causes purement mécaniques.

Je réunis dans ce chapitre les dérangemens de la santé des végétaux qui proviennent de toutes les causes mécaniques, telles que les piqûres, contusions, compressions, courbures, amputations, fractures ou incisions quelconques : il importe en effet très-peu que ces accidens soient déterminés ou par des causes inorganiques, telles que le vent, la chute d'un rocher, etc., ou par des causes organiques, telles que l'action des lianes ou la dent des animaux, ou enfin par la volonté de l'homme. Dans tous les cas, l'action mécanique produit un effet direct que nous examinerons ici d'une manière générale, sauf à revenir sur ce que ces accidens ont de spécial, lorsqu'ils sont produits par des causes particulières, qui feront les sujets des chapitres suivans.

Pour mettre quelque ordre dans cette exposition, nous commencerons par les cas où il y a solution de continuité, puis nous nous occuperons de ceux sans solution, et enfin nous terminerons par les cas pour ainsi dire mixtes, c'est-à-dire où l'action commence sans solution de continuité, et finit par en déterminer une. Dans chacune de ces classes, nous exposerons rapidement les effets et les remèdes préservatifs ou curatifs, en réunissant ainsi

pour abréger la nosologie et la thérapeutique chirurgicales des végétaux.

ARTICLE PREMIER.

Des plaies simples, ou des accidens qui entraînent directement solution de continuité.

Un végétal vivant est (sauf de légères exceptions) un corps généralement recouvert par cette enveloppe spéciale qui porte le nom de cuticule, et qui protége son tissu contre l'action de l'air et de l'eau. Dans certaines parties de sa surface ou certains âges de sa vie, il offre naturellement des espaces où la cuticule manque; mais alors il existe toujours quelque précaution particulière qui fait que cette solution de continuité n'a point d'inconvénient : tantôt elle a lieu, comme dans les stigmates, pour des organes dont la durée est fort courte, qui achèvent leur rôle avant d'être attaqués par les agens extérieurs, et qui sont revêtus de sucs protecteurs; tantôt elle est, pour ainsi dire, préparée à l'avance, de telle sorte que la partie dénudée est comme desséchée, ainsi qu'on le voit dans les cicatrices des feuilles et la déhiscence des fruits, ou munie d'un épiderme, soit cuticule surnuméraire, comme cela a lieu dans les écorces après la rupture de la cuticule primitive. Mais, lorsqu'une cause accidentelle rompt la continuité du tissu, il ne se trouve aucun moyen direct de défense préparé à l'avance, et il en résulte une plaie plus ou moins dangereuse, selon l'organe attaqué, selon l'étendue de la lésion, et selon les circonstances extérieures.

Les plaies qui attaquent les organes appendiculaires

sont en général les moins nuisibles de toutes, parce que ces organes sont en général fort nombreux, fort superficiels, et sont destinés à périr au bout d'un temps déterminé : elles ne produisent guères d'autres résultats que de priver le végétal de l'organe ou de la portion d'organe lésée. Ainsi, que l'on coupe un fruit, un pétale, une feuille, etc., il est rare qu'il en résulte d'autre mal pour le végétal que la diminution bien légère de l'action de cet organe. Lorsque cet effet est très-universel, il peut seulement alors devenir grave : ainsi l'*effeuillaison*, ou l'enlèvement total ou presque total des feuilles, prive le végétal des organes les plus importans de la nutrition : la nature répare cet accident, en ce que les bourgeons axillaires se développent et reproduisent de nouvelles feuilles, comme on le voit dans les mûriers effeuillés, ou dans les arbres défeuillés par la grêle. Lorsque l'effeuillaison se fait par la volonté de l'homme, comme dans le mûrier, on a soin de laisser quelques feuilles à l'extrémité des branches : ces feuilles attirent la sève, et celle-ci, dans sa route ascendante, tend à nourrir les branches et à développer plus vite les bourgeons. Sous ce rapport, l'enlèvement des feuilles par l'homme fait moins de mal que celui qui s'exécute par la grêle ou la dent des animaux, outre que dans ces cas il est souvent accompagné de contusions et de lacérations.

Les plaies qui n'attaquent que les parties extérieures de l'écorce des exogènes sont en général de très-peu d'importance; ces parties extérieures sont souvent, dans les vieux troncs, déjà desséchées : elles sont, dans tous les cas, destinées à se dessécher et à tomber tôt ou tard. Les plaies qu'on leur fait ne font que prévenir cette chute

naturelle. La texture même des écorces, qui contiennent beaucoup plus de matières charbonnées, résineuses ou terreuses, que le reste du tissu, leur donne le moyen de résister, même quand elles sont entamées, à l'action dissolvante de l'eau et de l'air. Leurs blessures ne deviennent graves que dans quelques cas spéciaux : 1° lorsquelles ouvrent un passage pour la sortie des sucs laiteux, gommeux ou résineux, qui se trouvent en grande quantité dans certaines écorces; 2° lorsqu'elles mettent à nu un tissu très-parencyhmateux et susceptible de pourriture, comme cela arrive aux racines où l'enveloppe cellulaire est très-développée; encore même voyons-nous, par l'exemple du *cochlearia armoracia*, que de telles plaies se cicatrisent quelquefois sans difficulté.

Mais toute plaie qui met à nu le corps ligneux d'un végétal exogène est un accident qui mérite de l'intérêt et qui peut devenir grave. Le corps ligneux, toutes les fois qu'il est dénudé par une cause quelconque, est soumis à deux influences distinctes dans leur origine, mais qui s'entr'aident mutuellement pour le détruire : 1° l'oxigène de l'air s'empare d'une portion de son carbone, et diminue ainsi sa solidité et ses moyens de résistance contre l'eau; 2° l'humidité dissout toutes les parties attaquables du tissu, et le réduit à un état de mollesse ou de désorganisation.

Ces deux effets sont d'autant plus sensibles, qu'ils sont plus favorisés par des circonstances spéciales : ainsi, 1° plus le corps ligneux est dur, ou, en d'autres termes, plus il contient de carbone fixé, plus il résiste long-temps à l'action réunie de l'air et de l'eau : les bois durs plus que les bois tendres; le bois, proprement dit, plus que

l'aubier, etc. 2° Plus le corps ligneux contient de parties résineuses et peu miscibles à l'eau, plus aussi, à proportion, il résiste à l'action de l'humidité: les conifères, et les térébinthacées, par exemple, plus que les bois des amentacées. 3° Ceux des corps ligneux qui, comme les palmiers, contiennent une plus grande quantité de matières terreuses, et surtout de matières siliceuses, résistent plus long-temps que les autres.

Si nous examinons maintenant un bois quelconque, nous trouverons qu'il résiste plus long-temps à la désorganisation : 1° lorsqu'il est exposé à l'une seulement des deux causes de destruction que j'ai signalées, savoir, immergé entièrement dans l'eau et ainsi à peu près à l'abri de l'air; ou placé dans un air très-sec ,et ainsi à l'abri de l'action de l'eau. 2° Lorsque la surface, exposée à l'action de l'air et de l'eau, est fort lisse et ne présente aucune anfractuosité, l'eau s'écoule plus facilement, et la destruction est plus lente : ainsi, les bois coupés à tranche nette souffrent moins que ceux qui sont rompus irrégulièrement, ou qui ont la tranche *baveuse,* comme disent les jardiniers, parce que dans ces derniers l'eau s'infiltre dans les cavités et tend plus facilement à corrompre le tissu. 3° Les surfaces verticales dénudées sont moins dangereuses que les surfaces horizontales, parce que l'eau peut s'en écouler plus facilement: aussi voit-on les coupes transversales produire des accidens plus graves que les coupes longitudinales, et les pieux s'altèrent bien plus vite par leur tranche horizontale que par leur surface latérale.

Tous ces effets tiennent presque entièrement aux propriétés du tissu du corps ligneux: aussi les voit-on sensi-

blement au même degré dans les bois morts et dans les bois vivans; mais ces derniers offrent quelques moyens naturels de résistance ou de guérison.

Les plaies verticales des troncs vivans peuvent se guérir d'elles-mêmes par suite de la direction du cambium : celui-ci tend à former vers le sommet un bourrelet cortical qui se prolonge latéralement sur les côtés de la plaie, comme sur deux lèvres, les tuméfie et finit peu à peu par recouvrir la plaie entière d'une nouvelle écorce : une nouvelle couche ligneuse recouvre la portion dénudée, la protége contre l'action de l'oxigène et de l'humidité de l'air, et l'arbre continue à végéter sans danger. Il est évident, d'après ce fait, que la longueur de la plaie verticale est de peu d'importance comparativement à sa largeur : si la plaie est étroite, elle est plus promptement couverte, et alors le corps ligneux en est peu altéré; si au contraire la plaie est large, il faudra plusieurs mois, souvent même plusieurs années, pour la recouvrir : alors il faut empêcher l'action de l'atmosphère sur cette plaie pendant qu'elle tend à se clore : c'est ce que font les cultivateurs lorsqu'ils recouvrent ces plaies de divers tégumens. On voit quelquefois des plaies d'arbres simplement abritées par une planche clouée : ce moyen grossier empêche l'abord de la pluie, mais il laisse presque entière l'action de l'oxigène et de l'humidité atmosphérique. D'autres, plus soigneux, recouvrent la plaie de ce qu'ils nomment l'*onguent de Saint-Fiacre*, c'est-à-dire, d'un mélange par parties à peu près égales de bouse de vache et de terre glaise, mélange qui adhère assez bien à l'arbre pour protéger la plaie contre l'action de l'air. Forsyth, jardinier anglais, a un peu perfectionné ce moyen popu-

laire, en joignant à la bouse de vache du plâtre, de la cendre de bois et du sable siliceux (1); par-là il a obtenu une pâte qui se fendille moins par la sécheresse, et remplit mieux le seul but essentiel, celui de préserver le corps ligneux contre l'action de l'atmosphère. On peut, au moyen de cette application, forcer l'écorce des arbres à recouvrir ou à cicatriser peu à peu toutes les plaies. Sans doute on ne répare point le bois altéré ou carié, mais on le recouvre d'écorce et de bois nouveau, de telle sorte que l'ancien est à l'abri des accidens, et que la surface extérieure est aussi fraîche que dans un arbre sain. C'est dans ce sens que Forsyth disait qu'il rajeunissait les arbres au moyen de son onguent. Cet effet

(1) Voici la composition de cet onguent de Forsyth qui a été si vanté :

Bouse de vache......	1 liv.
Plâtre............	1/2 liv.
Cendre de bois.....	1/2 liv.
Sable siliceux......	1 onc.

On pulvérise et l'on crible ces trois derniers ingrédiens et on y ajoute la bouse de vache, puis avec une spatule on forme une sorte de pâte. La chaux éteinte peut remplacer le plâtre, et le sang de bœuf peut, dit-on, remplacer la bouse de vache. La pâte doit être étendue sur la plaie jusqu'à l'épaisseur d'un huitième de pouce et bien fixé sur l'écorce des bords de la plaie; puis on la saupoudre d'un sable composé de 6 parties de cendres et de 1 d'os calcinés. On presse ce sable sur la pâte afin de l'y incorporer, et on répète cette opération jusqu'à ce que la surface soit unie comme une pierre. On ne doit faire cette opération que par un temps sec. (Voy. Forsyth, sur l'Elève des arbres fruitiers, traduit par J.-P. Pictet, 1 vol. in-8°; Plenck, Physiol., tr. fr., p. 155.)

se reproduisait avant lui très-populairement par l'onguent de Saint-Fiacre; mais les succès qu'il a obtenus par sa persévérance, le bruit qu'on en a fait, et les récompenses extraordinaires qu'il a reçues du parlement anglais à cette occasion, ont appelé l'attention du public sur ce procédé, et ont contribué à le propager. On peut presque dire que c'est à l'emploi diversement modifié de ces emplâtres préservatifs, que se réduisent presque tous les pansemens chirurgicaux des végétaux.

A la place des emplâtres de bouse de vache et d'argile, on a employé quelquefois d'autres matières : telle est, par exemple, la cire molle qui est un mélange de cire jaune et de térébenthine, qu'on emploie surtout dans les expériences minutieuses; telle est la composition dite *cire d'arbres* qui est formée, selon Plenck, de 16 parties de cire, 16 de résine et 6 de térébenthine; telle est la poix-résine qu'on mélange avec un peu de cire pour la rendre fusible à un moindre degré de chaleur, et pouvoir ainsi l'appliquer sur les plaies sans brûler le bois. Ce procédé est assez commode pour les plaies étendues, parce que cette poix y adhère d'elle-même assez fortement; mais elle admet toujours quelques gerçures par la dessiccation, et ne remplit pas le but aussi complétement que l'onguent de Saint-Fiacre ou celui de Forsyth, qui, d'un autre côté, sont plus difficiles à maintenir sur les plaies fort vastes. Ce qu'on doit éviter dans ces applications, ce sont les matières huileuses, et en général toutes celles que nous énumérerons dans le chapitre suivant, comme vénéneuses pour les végétaux.

Tout ce que nous venons de dire est applicable aux plaies annulaires qui résultent de l'enlèvement d'un an-

neau cylindrique d'écorce, lequel met le bois à nu. Si l'anneau est étroit, le bourrelet supérieur, en s'étendant, le recouvre promptement et sans danger; s'il est large, la cicatrisation est plus lente, et la branche périt quelquefois, lorsqu'elle ne peut s'exécuter. Quand la plaie annulaire est large et faite au tronc principal, elle entraîne fréquemment la mort de l'arbre, probablement par l'épuisement des parties corticales des racines; à plus forte raison, l'enlèvement total de l'écorce, ou l'*écorcement*, est une maladie grave et en général mortelle. On assure que quelques arbres bien abrités contre le soleil y ont résisté, et qu'il s'est formé alors une espèce d'écorce. C'est un fait que je n'ai point vu, et qui me paraît décrit jusqu'ici avec trop peu de soin pour que j'ose me permettre d'avoir une opinion arrêtée à ce sujet.

Les plaies transversales faites au corps ligneux, lorsqu'on casse ou qu'on coupe une branche ou une tige, sont assez redoutables, car la nature ne présente aucun moyen direct de les recouvrir. Une branche coupée horizontalement offre donc tous les inconvéniens généraux signalés plus haut : la décarbonisation du bois, son altération par l'humidité, et, de plus, l'eau de la pluie ou de la rosée qui y tombe, s'en écoule difficilement, et tend à altérer le bois toujours plus profondément. Cette action, abandonnée à elle-même, tend à former des cavités qui se creusent dans le bois, et qu'on nomme des *gouttières*. Lorsque ces gouttières sont nombreuses et profondes, elles carient le bois, et déterminent ces troncs creux si communs dans les saules et dans les châtaigniers. Ces accidens sont déterminés plus fréquemment dans certains arbres, par des causes faciles à apprécier.

1°. Dans l'état de nature, ils sont fréquens chez les arbres dont les branches sont fréquemment brisées par les vents, soit que cela tienne à leur élévation, à leur station dans des lieux découverts, à la fragilité de leurs rameaux, etc. : c'est ce qui a lieu pour le châtaignier.

2°. Dans l'état de culture, la taille, surtout si elle est faite maladroitement ou sur de grosses branches, met à nu une portion de corps ligneux, et détermine par-là des gouttières ou des caries : ainsi, le saule coupé en têtard est toujours creux, tandis qu'abandonné à lui-même, il l'est rarement. L'olivier soumis à la taille l'est beaucoup plus souvent que l'olivier sauvage.

Les moyens de guérir ou de diminuer les inconvéniens des plaies transversales sont les suivans :

1°. Toutes les fois que, par suite d'une fracture, un tronc ou une branche présente une plaie inégale, ou, comme on dit, *baveuse*, il faut l'affranchir avec un instrument tranchant, c'est-à-dire, rendre la coupe nette, pour que l'eau n'y puisse pas séjourner trop facilement. 2° Il faut faire attention, soit dans le cas précédent, soit dans tous les cas où l'on veut couper une tige ou une grosse branche, à déterminer une coupe oblique. Par-là on obtient un double avantage : l'eau y séjourne plus difficilement ; et s'il vient à se développer un bourgeon du côté supérieur, l'écorce, recevant de la nourriture, détermine la naissance d'un bourrelet latéral qui finit quelquefois par couvrir la plaie. 3° S'il s'agit d'une branche latérale, il faut la couper près du tronc, de manière à ce qu'elle présente une coupe oblongue, qui, par l'accroissement du tronc, se recouvre comme une plaie verticale. Mais il faut savoir que, dans quelques arbres, tels

que le tulipier, par exemple, les jeunes branches latérales doivent être coupées à un pouce du tronc. Ces tronçons se dessèchent d'eux-mêmes et ferment la plaie; tandis que, si on coupe les branches à leur naissance même, il se forme un trou qui pénètre dans le bois.

Ainsi, toute la théorie relative aux plaies des arbres exogènes se réduit à protéger le plus possible le corps ligneux contre l'action de l'air et de l'eau, en favorisant le développement de l'écorce, ou en y suppléant par des abris artificiels.

ARTICLE II.

Des divers accidents tels que la contusion, la compression etc., qui n'entraînent pas solution de continuité.

Les causes mécaniques qui ne rompent pas sensiblement la continuité des tégumens des plantes, y produisent des accidens divers, et dont nous devons dire quelques mots.

Les simples *piqûres* ont peu ou point d'action sur les parties dures; mais sur certaines parties molles et excitables, elles déterminent des contractions, dont la répétition semble finir par fatiguer la vitalité végétale. J'en ai dit quelque chose en parlant des mouvemens des plantes. Ces piqûres agissent d'une manière plus grave, plus spéciale et plus obscure, lorsqu'elles sont dues aux dards des insectes. Nous y reviendrons plus tard (liv. V, chap. XI).

Les *contusions* fréquemment répétées sur les troncs des végétaux, produisent souvent des *exostoses* ou tumeurs li-

gneuses, comme on le voit, par exemple, aux ormes des grandes routes, souvent frappés par les chariots. Ces exostoses semblent dus d'un côté à ce que l'écorce désorganisée à l'intérieur laisse difficilement passer les sucs descendans qui s'accumulent comme dans des sortes de bourrelets, et de l'autre, à ce que l'excitation produite par des chocs répétés, appelle dans ce point la sève ascendante, et tend à y former ou développer les bourgeons latens.

M. Phil. Ré (*sulle malat. delle piante*, p. 312) compte les *secousses* parmi les causes mécaniques qui peuvent altérer la santé des plantes : sans doute elles agissent ainsi si elles vont au point d'en rompre les organes ; mais des secousses modérées me paraissent tendre plutôt à accélérer la végétation, et les bons effets causés par les vents en semblent la preuve.

La *courbure* ou l'*arcure* des branches est une cause qui tend à diminuer la facilité avec laquelle les sucs descendent des parties foliacées aux parties inférieures. Elles tendent par conséquent à retarder l'accroissement en diamètre; mais, par le même motif, il semble que la sève restant en plus grande abondance dans les parties supérieures, y favorise le développement des fleurs et la maturité des fruits.

La *torsion* des pétioles ou des pédoncules doit produire quelque retard dans la marche des sucs ; mais elle s'exécute d'elle-même dans un grand nombre de cas, sans que l'organe paraisse en souffrir le moins du monde.

Enfin, la *compression* des organes est un accident qui mérite plus d'attention que tous les précédens. Elle pré-

sente quelques phénomènes variés, selon la direction sous laquelle elle s'opère et l'organe qu'elle attaque.

Si l'on comprime transversalement un tronc d'exogène avec une corde, il arrive des effets d'autant plus analogues à la section annulaire de l'écorce, que la corde est plus serrée, et la tige se serre d'elle-même dans le nœud par son propre accroissement en diamètre. Cette ligature empêche en tout ou partie la descente des sucs élaborés dans les feuilles, et forme par conséquent un bourrelet supérieur et un inférieur. Tout ce que nous avons dit de la section annulaire est applicable ici, et nous aurons à en dire encore quelques mots à l'occasion des lianes fausses-parasites.

Si une tige d'exogène croît entre deux rochers, ou est fortement comprimée entre deux planches; son accroissement en diamètre est arrêté par cet obstacle, mais elle continue à croître par les côtés qui sont libres. Il résulte de là des troncs plus ou moins déformés (voyez *Organogr.*, pl. 3, t. II), quelquefois même presque aplatis; il peut de temps en temps résulter de cette gêne une certaine disposition à des soudures accidentelles; mais de ce cas rare il faut bien se garder de confondre avec M. Ré (*Malat. delle piante*, p. 287. *Platesia*), ce genre d'aplatissement avec celui qu'on observe dans les branches dites *fasciées* (1). Celles-ci se développent en plein air, et évidemment hors de toute compression. Leur état est dû tantôt à la soudure de plusieurs petites branches nées sur le même plan, tantôt à une disposition spécifique de certaines tiges.

---

(1) Organogr., vol. 2, p. 195.

Lorsque l'on place un fruit charnu entre des obstacles, il se déforme souvent à un point singulier. L'exemple le plus curieux de ce genre d'action est une pratique chinoise dont j'ai vu un échantillon dans le cabinet de M. Delessert à Paris. On a fait entrer un fruit très-jeune de cucurbitacée dans une bouteille de forme carrée, et marquée à l'intérieur de figures ou de lettres en creux. Ce fruit, en grossissant, remplit la totalité de la bouteille, se presse lui-même, et se moule contre ses parois : à la maturité, on casse la bouteille, et on obtient ainsi par cette sorte de compression un fruit de forme entièrement factice.

ARTICLE III..

Des ulcères et autres accidens compliqués.

On désigne dans la nosologie végétale, sous le nom d'*ulcère*, une plaie qui se complique d'accidens particuliers dus à la nature des sucs spéciaux qu'elle transsude; ce terme est fort analogue au sens qu'on lui donne dans le règne animal; mais seulement les ulcères végétaux paraissent plutôt liés avec la distinction des espèces qu'avec l'état accidentel des individus. Ainsi, il est certains arbres dont l'écorce ou le bois, lorsqu'ils sont entamés pendant quelque temps, laissent suinter des sucs âcres et corrosifs qui désorganisent les bords de la plaie, et, en empêchant l'écorce de s'étendre, maintiennent la plaie, et souvent même contribuent à l'étendre. Ainsi les ormeaux, les mûriers, etc., offrent souvent des ulcères bruns, et qui, si on les abandonne à eux-mêmes, finis-

sent par les tuer. Ces accidens paraissent plus fréquens et plus graves chez les individus qui vivent près des fumiers, ou en général dans les terrains très-gras, soit que cela tienne à la nature des sucs qu'ils reçoivent, soit qu'entraînés à croître plus rapidement, leur tissu moins solide puisse moins facilement résister à ces sucs de nature corrosive. Les faits auxquels je fais allusion ici sont confondus avec plusieurs autres sous le nom d'*hémorragies* et de *carcinomes ouverts*, dans la pathologie de Plenck.

Une autre cause d'ulcères est déterminée par les contusions qui, en rompant la continuité du tissu interne de l'écorce, y déterminent un dépôt de ces sucs âcres; ceux-ci, lorsqu'ils ne peuvent se frayer un passage à l'extérieur, se glissent, par leur poids et la corrosion qu'ils exercent, entre l'écorce et le bois, et désorganisent ainsi les parties les plus essentielles à la vie. Il résulte de là des *gouttières ulcérées* qui entraînent quelquefois la mort des arbres.

Le remède à ces accidens est uniforme dans tous les cas : il faut couper toute la partie ulcérée ou pourrie jusqu'au vif, et transformer ainsi la plaie compliquée en plaie simple. Alors on la recouvre des onguens indiqués à l'article 1er, et en obtenant la cicatrisation de l'écorce, on remet l'arbre à bois neuf.

Lorsqu'on coupe de grosses branches latérales aux ormeaux, aux marroniers, et en géneral aux arbres des routes et des promenades, il arrive au printemps que la sève ascendante tend à s'écouler par cette plaie, comme elle le fait dans les pleurs de la vigne. Cette lymphe coule en partie extérieurement sur l'écorce; et comme elle renferme une certaine quantité de matière terreuse,

ces matières, par suite de l'évaporation de l'eau, se déposent sur l'écorce, y forment une trace blanchâtre qui obstrue l'action superficielle de l'écorce : cette trace est très-visible dans les ormeaux mal taillés des routes, où elle est presque entièrement composée de carbonate de chaux, selon l'observation de M. Th. de Saussure. Cette lymphe tend aussi, soit par sa nature propre, soit à titre de simple liquide, à désorganiser l'écorce et à s'infiltrer entre l'écorce et le bois; elle détermine ainsi un ulcère plus ou moins prompt dans toute la partie latérale du tronc située au-dessous des grosses branches coupées. Cette maladie grave et fréquente est entièrement due à l'inhabileté des jardiniers dans les principes les plus simples de l'élagage et de la cicatrisation des plaies. L'écorce ainsi désorganisée finit par se détruire et par tomber: le corps ligneux mis à nu se décompose, se couvre souvent de champignons qui indiquent son altération, et l'arbre périt à la longue par cette espèce d'ulcère ou de plaie latérale.

ARTICLE IV.

Des accidens que l'homme détermine volontairement sur les végétaux.

L'homme, mu par son propre intérêt, tend souvent à donner méthodiquement des maladies aux êtres organisés qu'il a réduits sous son empire: c'est ainsi qu'il s'applaudit lorsqu'il parvient à rendre le foie des canards ou des oies, ou la queue des moutons volumineux outre nature, et très-nuisibles aux animaux qui les portent; c'est ainsi qu'il soumet les végétaux de ses routes

et de ses jardins à des opérations qui en elles-mêmes sont de vraies maladies, mais qu'il dirige vers un but spécial. Ce but est tantôt d'influer sur la forme générale ou le développement des branches, tantôt d'agir sur la formation des fruits. Dans les deux cas, son principal moyen est la taille; dans le second, il y joint quelquefois la circoncision et l'arqure.

§. 1. De la taille considérée dans son action générale.

La taille est un système plus ou moins raisonné d'amputations partielles appliqué aux végétaux, dans le but de les empêcher de croître dans certaines directions, ou de les forcer à se déployer dans celles qu'on désire obtenir. On lui donne plus particulièrement le nom de *taille* lorsqu'elle s'applique aux arbres fruitiers, et d'*élagage* lorsqu'il s'agit des arbres des haies ou des promenades (1).

Une amputation détermine toujours une plaie, et par conséquent la taille produit le principe de tous les accidens qui accompagnent les plaies : elle ouvre une multitude d'orifices aux gouttières, et tend par conséquent à faire carier les troncs à l'intérieur. Cet effet est très-prononcé dans les tailles grossières et horizontales qu'on fait subir aux saules qu'on tronçonne en têtard, afin d'y développer plusieurs grosses branches propres à faire des cercles de tonneaux ou autres emplois analogues. Ici, l'arbre est si peu précieux et repousse avec tant de faci-

(1) Voyez le Manuel de l'élagueur, par M. Hotton, 1 vol. in-12, Paris, 1829.

lité, qu'on néglige toute précaution propre à le conserver. Les pépiniéristes suivent une marche analogue lorsqu'ils étètent les arbres qu'ils plantent, et qu'ils négligent de recouvrir cette place amputée; ils forment ainsi une plaie horizontale qui devient une cause de gouttière. Ils rendent un peu plus probable la reprise de l'arbre, parce que les bourgeons supérieurs se développant en moindre nombre, poussent plus fortement; mais ils préparent aussi les arbres à se carier dans le centre. Cette opération nuit encore à leur venue, soit parce qu'elle tend à faire brancher les arbres trop bas, soit parce qu'en leur enlevant leur jet central, elle les déforme et leur donne une cime sur laquelle le vent a plus de prise. L'amputation du jet central est donc une des causes les plus fréquentes de la cavité des troncs, et ne peut être autorisée que pour des buts très-spéciaux, comme pour les saules ou pour les arbres fruitiers.

Dans tous les cas, la taille doit, autant que possible, s'exécuter sur de fort petites branches et sur des branches latérales, afin que la section puisse se recouvrir naturellement par le développement de l'écorce : c'est là le principe fondamental de toute taille, sur lequel M. Nœdhen (1) vient récemment d'insister pour les arbres fruitiers.

On peut, au moyen de la taille, donner à un arbre une forme quelconque : ainsi, on voyait jadis des ifs taillés en quenouilles, en pyramides, ou même en animaux, dans les jardins gothiques. J'ai vu encore, il y a quelques années,

(1) *Mag. hortic. Weimar*, 1827, p. 244; Bull. sc. agr., 11, p. 90.

un myrte taillé, à force de soin, de manière à former un grand vase régulier, et comme réticulé par la greffe des branches entre elles. Ces genres de formations sont passés de mode; mais on a encore besoin de couper, dans certains cas, les arbres des promenades pour en former des berceaux, ou ceux des routes pour diminuer leur ombrage. Le jardinier doit alors prévoir d'avance le but qu'il se propose, couper sans cesse les petites branches qui pourront nuire à son but, afin de n'avoir jamais à en couper de grosses. Cette sorte de prévoyance est ce qui constitue l'habileté individuelle de chacun d'eux. Ainsi, dans les pépinières, où les arbres, plus serrés qu'à l'ordinaire, tendent à s'alonger, il se développe de petits bourgeons dans toute leur longueur : si on les coupe trop tôt, l'arbre devient grêle et faible, parce que ces feuilles latérales ne nourrissent plus son tronc; si on les coupe trop tard ou trop inégalement, quelques-uns de ses bourgeons forment de grosses branches, dont l'amputation devient dangereuse pour la santé ou pour la beauté de l'arbre. C'est entre ces deux extrêmes que le tact du jardinier se décide d'après l'espèce de l'arbre, la vigueur de l'individu, ou le but spécial qu'il se propose.

Lorsqu'enfin on est obligé de couper de grosses branches, soit parce qu'on succède à un jardinier malhabile, soit parce que le but peut se trouver changé, il faut alors le faire en rendant la coupe le plus verticale que l'on peut, et en la recouvrant immédiatement d'onguent de Forsyth, ou tout autre analogue, pour empêcher l'action de l'air, et favoriser la cicatrisation. On doit prendre la même précaution lorsqu'on taille un arbre pour faire

disparaître un exostose, un ulcère, ou toute autre maladie.

En général, si l'arbre est vigoureux, et que la branche qu'on veut élaguer ne soit pas trop grosse pour être promptement recouverte, il faut la couper près du tronc. Si, au contraire, l'arbre est peu vigoureux, ou la branche trop grosse, il faut couper loin du tronc. Ce principe, récemment indiqué par M. Marcellin-Vétillard (1), me paraît très-juste.

L'amputation a toujours pour résultat que la sève qui était appelée dans l'organe amputé par son action vitale cesse de l'être, et alors les bourgeons voisins, n'ayant plus à lutter contre une action prépondérante, attirent à eux cette même sève, et se développent : ainsi, l'amputation fait développer les bourgeons adventifs les plus voisins de la coupe. On se sert de ce moyen pour forcer certains arbres à se ramifier : c'est surtout pour les végétaux endogènes qu'il est employé. Ainsi, lorsqu'on coupe le bourgeon terminal d'un palmier, d'un yucca, etc., on fait développer quelques bourgeons axillaires, et on tend à le ramifier. Dans les jardins, au lieu de couper ce bourgeon terminal, on le brûle dans les endogènes à tissu un peu mou, comme les pandanus ou les littæa, afin d'éviter la putréfaction du tronc par la carbonisation de son sommet. Les amputations fréquentes qui se déterminent dans les graminées au-dessus du collet, par la faulx du cultivateur ou par la dent des animaux, ont un effet analogue : elles forcent les bourgeons latens à se développer, et font

(1) Ann. de la Soc. d'hortic. de Paris, vol. 5, p. 109.

ainsi *taller* les graminées, c'est-à-dire qu'elles leur font pousser un plus grand nombre de jets.

C'est par une application du même principe qu'on taille les branches de mûriers, afin de faire naître de chacune d'elles un certain nombre de jets qui se chargent de feuilles nouvelles.

§. 2. De la taille appliquée aux arbres fruitiers.

Lorsque les arbres à fruits comestibles sont livrés à eux-mêmes, ils commencent par pousser beaucoup de branches; ils s'alongent, s'étendent tant que leur nature le comporte; mais il se passe un assez grand nombre d'années avant qu'ils commencent à porter fruit. On a remarqué que la fructification ne commence à s'établir un peu abondante que lorsque l'arbre pousse avec moins de vigueur, comme on sait que les plantes cultivées sont disposées à fleurir lorsqu'elles ont peu de nourriture. On a donc cherché à obtenir plus vite des fruits, en restreignant par la taille la vigueur des jeunes arbres.

2°. On a remarqué ensuite que, lors même qu'un arbre livré à lui-même a commencé à porter des fruits, il offre de grandes inégalités dans ses produits. Si des circonstances favorables déterminent, dans une certaine année, la formation d'un grand nombre de fruits, l'arbre en est comme épuisé, et, dans les années suivantes, il produit peu ou point. On a encore cherché à régulariser les récoltes, en déterminant par la taille le nombre approximatif des fruits qu'on permet aux arbres de nourrir.

3°. Le désir de placer les arbres fruitiers ou dans des

jardins peu espacés, ou dans des situations abritées, a fait désirer d'obtenir des arbres de plus petite dimension que leur état naturel, et c'est encore dans la taille qu'on en a cherché le moyen.

Enfin, dans quelques cas, on arrive par la taille à déterminer dans un arbre plusieurs fleuraisons successives, et par conséquent à lui faire porter fruit plusieurs fois. L'exemple le plus frappant de cet emploi de la taille est la vigne d'Ischia (*vitis vinifera trifera*), qui porte fruit trois fois dans l'année (1). A l'époque de la fleuraison, et lorsque le raisin vient à nouer, on taille sur deux ou trois yeux au-dessus du fruit; le cep développe de nouvelles branches qui fleurissent; et, après cette seconde fleuraison, on agit comme la première fois, et on obtient une troisième fleuraison. On a ainsi trois époques de maturité qui, sous le climat de Paris, ont lieu en août, septembre et octobre.

Tout l'art de la taille consiste, 1° à calculer avec intelligence la proportion qu'on doit établir entre les branches à fruit et celles qui n'en portent point, et qui ne servent qu'à nourrir l'arbre; 2° à établir un équilibre entre les parties de l'arbre, tel, que l'un de ses côtés ou sa partie supérieure ne s'accroisse pas outre mesure, de manière à épuiser le côté opposé ou la base, en attirant à lui toute la sève.

Quant au premier point, la distinction de la forme des bourgeons à fruits ou à feuilles (2) rend possible d'apprécier d'avance la quantité de branches à fruits et de

(1) Ann. de la soc. d'hortic. de Paris, 3, p. 361.
(2) Organogr. v. 2, p. 219.

branches à feuilles qu'on laisse à l'arbre qu'on taille. Le point difficile est de juger combien il faut laisser de chaque sorte. Laisse-t-on trop de branches à fruit? on épuise le sujet pour les années suivantes; laisse-t-on trop de ces branches à feuilles (qu'on appelle *gourmandes*, et qu'on ferait mieux d'appeler *nourricières*)? on se prive soi-même du produit qu'on désire, et on laisse grandir l'arbre outre mesure. Le point entre ces extrêmes se détermine par la connaissance générale de l'espèce, et par l'état de l'individu qu'on soumet à la taille. Est-il vigoureux, ou doit-on l'arracher peu de temps après? on lui laisse plus de branches à fruits. Est-il faible, ou a-t-on intérêt à le conserver long-temps? on lui laisse plus de branches à feuilles.

L'équilibre entre les parties d'un arbre est de peu d'importance dans les arbres livrés à la nature, où il s'établit de lui-même; mais, lorsqu'en coupant les branches qu'on juge inutiles ou dangereuses on substitue sa propre action à celle de la végétation, il faut mettre beaucoup d'attention à agir conséquemment avec soi-même, et la règle la plus générale est qu'il faut tailler sensiblement au même point en tout sens, sans quoi la branche qui devient la plus forte attire trop de sève et épuise le côté opposé. Les parties les plus actives sont en général celles qui sont les plus rapprochées de l'axe central: ce sont elles qui, attirant plus vivement la sève, font qu'elle semble marcher en droite ligne plus facilement que dans toute autre direction, et qui tendent en général à produire plus de feuilles et moins de fruits. La taille tend, en général, à corriger cette disposition; elle rejette l'action sur les branches latérales, et dirige ainsi

la sève sur celles qui portent le plus de fruits. Elle tend à en distribuer dans toutes les parties de l'arbre, et à espacer les bourgeons à fruits pour les faire nourrir convenablement. C'est dans les traités spéciaux pour chaque culture qu'il faut chercher les règles de détail par lesquelles les jardiniers atteignent plus ou moins complétement ces indications générales. On emploie, dans quelques cas particuliers, un genre d'action qu'on n'a pas coutume de ranger dans l'histoire de la taille, mais qui en fait réellement partie aux yeux du physiologiste.

On coupe ou l'on *pince* les parties herbacées des jets au-dessus des fruits, afin que ceux-ci profitent davantage de la sève que ces jets auraient attirée s'ils fussent restés intacts. C'est ainsi qu'on coupe utilement les sommités du maïs après la fécondation, afin que l'épi femelle profite de la sève qui tendait à nourrir ces sommités. C'est ainsi qu'on coupe l'extrémité des jets de la vigne, afin de nourrir mieux le raisin, ou qu'on pince l'extrémité des jets du melon et de plusieurs cucurbitacées, pour faire grossir les fruits. Dans ces divers cas, on pince l'extrémité des tiges très-aqueuses, pour éviter de faire une plaie qui donnerait passage à l'eau de végétation, et l'on coupe celles où l'on n'a pas cet accident à redouter.

Enfin, l'*ébourgeonnement* est une sorte de taille qui consiste à enlever les très-jeunes pousses (que les jardiniers nomment bourgeons) avant qu'elles aient pris de l'accroissement. Dans le plus grand nombre des cas, la mollesse de ces jets permet de faire l'ébourgeonnement à la main, et il est peut-être en général désirable de le faire toujours de cette manière, non pour les motifs

indiqués par les jardiniers (1), mais simplement parce que c'est une garantie qu'il se fera de bonne heure, et que par conséquent il n'entraîne pas une trop forte blessure.

§. 3. De l'incision annulaire.

Indépendamment de l'amputation connue sous le nom de taille des arbres, l'homme a encore cherché, dans l'imitation de quelques phénomènes naturels, des moyens d'accroître les fruits des arbres.

Ainsi Landry a le premier, en 1776, proposé de réduire en pratique régulière le fait de la circoncision ou de l'enlèvement d'un anneau de l'écorce; il a montré qu'en l'exécutant au moment de la fleuraison, et en faisant la section assez étroite pour qu'elle pût se refermer d'elle-même, on obtenait souvent de faire nouer des fruits qui auraient coulé : je ne fais que rappeler ce fait, et je renvoie pour son histoire au chap. VI du liv. II, où j'en ai traité directement.

J'ajouterai seulement ici que les résultats sous le rapport pratique sont fort différens d'un arbre à l'autre; ainsi, pour en citer deux dont l'organisation est bien analogue, M. Hempel (2) a observé que l'incision annulaire réussit bien sur le groseiller épineux, et mal sur le groseiller ordinaire.

(1) Compte rendu de la soc. d'agr. de Lyon, 1823, p. 84; Bull. sc. agr., 11, p. 91.

(2) Bull. sc. agr., 11, p. 199.

§. 4. De l'arqure des branches.

On a aussi remarqué que les sucs descendent plus difficilement dans les branches courbées que dans les autres, et qu'en particulier les branches arquées naturellement dans les arbres livrés à eux-mêmes portent plus de fruits que les autres. De là on a proposé d'arquer artificiellement les branches des arbres fruitiers, et souvent, en effet, on obtient par ce procédé une récolte plus abondante : je l'ai vu en particulier sur des poiriers. Cette méthode, bonne dans quelques cas particuliers, est loin cependant de se prêter, comme la taille, à la variété des espèces et à celle des circonstances que réclame la culture des jardins : elle a été particulièrement recommandée par Cadet de Vaux.

J'ai appris de M. Berthelot, qui a passé dix ans dans les îles Canaries et les a étudiées avec soin, que, lorsqu'on y a des citronniers, des orangers, des anona, qui ne donnent pas de fruits, les paysans y sont dans l'usage de placer d'énormes pierres à la division des maîtresses branches, et que cette précaution suffit souvent pour mettre l'arbre à fruit; il est probable que ces pierres forcent par leurs poids leurs branches à s'étaler, ou, ce qui est la même chose, à se courber, et que ce fait rentre ainsi dans le cas que nous venons de citer.

§. 5. De la flagellation.

La flagellation est une pratique au moyen de laquelle les cultivateurs de plusieurs pays infligent à leurs arbres

une maladie compliquée des effets de l'effeuillaison, de la contusion ou de la plaie. Pour éviter la peine de cueillir certains fruits, tels que les olives ou les noix, on frappe les branches avec des perches ou des gaules; par-là, 1° on fait tomber avec les fruits les feuilles qui les entourent : cet effet est nul pour les noyers, où elles tomberont peu après, mais il est de quelque intérêt dans les arbres à feuilles persistantes, comme l'olivier. 2° On rompt les petites branches et on entame souvent l'écorce des grosses de manière à déterminer une multitude de petites plaies qui souvent se changent en carie. 3° On frappe l'écorce de manière à la meurtrir et à produire quelques-uns des effets de la contusion. 4° Quant aux fruits charnus, on les frappe et on les fait tomber avec percussion, de manière à y déterminer une contusion, et par suite une pourriture locale. Cette pratique est donc condamnable en bonne agriculture, surtout pour les oliviers. M. Ré (*Sulle malat. delle piante*, p. 320) la compte parmi les maladies des arbres : je dirai plutôt qu'elle est une cause de maladie. C'est une question de simple pratique agricole que de savoir dans chaque cas particulier si l'économie de temps qui résulte du procédé de la flagellation vaut plus ou moins que les inconvéniens qui en résultent. Je suis porté à croire qu'il y a perte dans la flagellation de l'olivier et profit dans celle du noyer.

CHAPITRE XII.

Des Effets produits sur les Végétaux par l'action des substances vénéneuses.

ARTICLE PREMIER.

Introduction.

Nous avons, dans les premiers chapitres de ce livre, cherché à apprécier l'influence générale des corps qui servent à la nutrition et à la vie des végétaux. Cette influence salutaire, lorsqu'elle est modérée et bien dirigée, nous l'avons vue devenir nuisible lorsqu'elle est ou trop faible, ou trop forte, ou mal dirigée; mais, dans tous les cas, même les plus fâcheux, les végétaux en ont souffert seulement d'une manière lente, et par un effet qui résultait même de l'influence ordinairement salutaire de ces agens.

Nous devons maintenant examiner une nouvelle série de corps, savoir, ceux dont l'action est constamment nuisible à la santé des végétaux, même à faible dose, ou, en d'autres termes, ceux qui peuvent être considérés comme poisons pour les plantes vivantes.

Les empoisonnemens des végétaux sont très-rares dans le cours naturel des choses, et les faits qui s'y rapportent, presque tous observés dans des expériences où l'on a réuni à dessein des circonstances difficiles à rencontrer,

ont en général peu d'applications pratiques : mais leur étude n'en offre pas moins de l'intérêt, soit parce qu'elle fait connaître des actions spéciales assez singulières, soit parce qu'elle se lie à des considérations curieuses sur les lois mêmes de la physiologie et sur les rapports des deux règnes organiques.

Ce sujet a été jusqu'à présent plus étudié sous le rapport chimique que sous le rapport physiologique. Dans l'espoir de l'analyser avec plus de soin, nous distinguerons les empoisonnemens déterminés par des matières qui pénètrent dans l'intérieur des plantes par les racines, et ceux qui agissent extérieurement. La première de ces classes correspond assez exactement à l'action des poisons ingérés dans l'estomac des animaux; et la seconde a du rapport avec celle des matières qui agissent sur leur système respiratoire. Dans chaque classe, nous distinguerons les poisons âcres et les poisons narcotiques, en rangeant sous la première dénomination ceux qui agissent en désorganisant le tissu d'une manière visible et qu'on peut croire directe; et sous la deuxième, ceux qui agissent sans désorganisation visible, ou qu'on puisse croire directe; enfin, après l'exposition des faits, nous nous livrerons à quelques considérations générales sur leurs conséquences physiologiques.

Ceux qui désireront suivre en détail tous les progrès de cette branche de la science, pourront s'aider utilement, comme je l'ai éprouvé, d'un résumé bibliographique, inséré par M. Gœppert en tête de son excellent écrit sur l'acide hydrocyanique (1). On trouve aussi

(1) *De acidi hydrocyanici vi in plantas commentatio*, in-8°,

des documens précieux dans les mémoires de MM. Marcet (1), Macaire (2), Jæger (3), Achard (4), Séguin (5), Zeller (6), Turner et Christison (7), Vogel (8), Carradori (9), Link (10) et autres, que je citerai à leur place.

Le procédé le plus général par lequel on a observé l'effet des poisons ingérés dans les végétaux, a été de plonger une plante avec ses racines, ou une branche coupée, dans une solution de la matière dont on voulait connaître l'action, en ayant soin de placer une plante ou branche semblable dans un vase d'eau pure, soumis à toutes les mêmes circonstances extérieures. Ce procédé, qui imite assez bien la position naturelle des vé-

---

Breslaw, 1827. Voy. aussi son Mém. sur l'irritabilité des filets des étamines du berberis dans le *Linnæa*, juillet 1828, et dans les Ann. des sc. nat., 15, p. 69, et 20, p. 265; celui sur l'action de l'acide hydrocyanique et du camphre dans les Ann. de Poggendorf, 1828, p. 243, et dans le Bull. des sc. nat., vol. 17, p. 375.

(1) Mém. de la soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, vol. 3, 1825, p. 40.

(2) *Ibid.*, vol. 3, p. 71.

(3) *Diss. de effectibus arsenici*, in-8°, Tubingæ, 1808.

(4) Mém. de l'acad. de Berlin, 1790, p. 94.

(5) Ann. de chimie, 89, p. 58.

(6) Recherches sur l'influence de diverses matières sur la vie des plantes, en allemand, Tubingue, 1826, in-8°.

(7) *Edinb. Journ. of scienc.*, 8, p. 140; Ann. de Fromont, 1, p. 374.

(8) Journ. de pharm., 1830, p. 405.

(9) *Giorn. Pisano*, 1808, p. 394.

(10) *Elem. philos. botan.*, in-8°, Berolini, 1824, p. 400.

gétaux, en diffère cependant à quelques égards : 1° la quantité de liquide qui entoure la base du végétal est beaucoup plus grande qu'à l'ordinaire, d'où résulte que dans les expériences de longue durée, les racines sont soustraites à l'action ordinaire de l'oxigène de l'air. 2° Le liquide absorbé passe (comme le prouvent les injections colorées), en quantité notable par les vaisseaux, tandis que dans le cours ordinaire des choses, il paraît, d'après M. Bischoff, passer en plus grande quantité dans les méats intercellulaires. 3° Dans les branches coupées, la tranche ne se renouvelant point comme les spongioles, et présentant à nu la coupe des vaisseaux et des cellules, doit souffrir plus promptement que dans les cas où la plante est restée intacte, et ce mode d'examen ne paraît admissible que pour les expériences de peu de durée. Malgré ces considérations, ce mode d'opérer paraît suffisamment exact pour le but qu'on se propose ici, et a été adopté par la plupart des expérimentateurs. Nous ne mentionnerons leurs procédés opératoires que lorsqu'ils seront différens de celui-ci.

L'expérience a unanimement démontré que les matières non dissoutes dans un liquide ne pénètrent pas dans le végétal, du moins en quantité suffisante pour agir sur sa santé. Il n'y a eu par conséquent aucun effet produit en plantant des végétaux dans des matières insolubles, telles que les métaux à l'état métallique, le silex, le verre, le charbon, la fleur de soufre, le marbre, les oxides ou sels insolubles à l'eau, etc. Toutes les expériences ont eu lieu sur des matières dissoutes dans l'eau, et un petit nombre que nous mentionnerons ensuite, dissoutes dans d'autres menstrues.

ARTICLE II.

Exposition des faits observés.

Première série. — Poisons âcres.

Nous énumérerons ici les empoisonnemens des végétaux obtenus par diverses combinaisons métalliques, terreuses ou alcalines, par les acides et par quelques préparations d'origine végétale ou animale, mais qui n'appartiennent pas à la série des narcotiques.

§. 1. Combinaisons métalliques.

A. Arsenic.

Les effets des matières arsénicales sur les végétaux ont été particulièrement étudiés par MM. Jæger, Séguin, F. Marcet et Macaire. Voici les principaux résultats qu'ils ont obtenus.

Les plantes plongées par leurs racines, ou la coupe transversale de leur tige dans de l'eau qui contient de très-petites doses d'oxide d'arsenic, ou dans des dissolutions arséniatées, périssent en très-peu de temps : trente-six heures pour un haricot trempant dans deux onces d'eau, contenant deux grains d'oxide; trois jours pour une branche de rosier, trempant dans une once d'eau qui contenait six grains d'oxide. M. Marcet calcule que cette branche n'avait absorbé qu'un cinquième de grain d'arsenic; l'effet était déjà sensible au bout de vingt-quatre heures. Il se fait sentir de bas en haut sur toutes les parties; leur couleur se change ou en jaunâtre,

ou en brun selon les espèces ; ce changement se voit d'abord sur les nervures des feuilles et leurs ramifications. Il ne se borne pas à la seule nervure, mais la partie du parenchyme qui en est voisine est aussi altérée. Les feuilles se fanent, en commençant ou par celles du bas, ou par les plus jeunes, quoique situées plus haut. On obtient des résultats analogues, d'après M. Jæger, en plaçant les végétaux dans un terrain arrosé de solution arsénicale, et même, d'après M. Marcet, en employant quinze à vingt grains d'oxide d'arsenic délayé dans de l'eau, qu'on place dans une fissure faite à la tige d'un arbuste (le lilas), et resserrée ensuite avec un lien.

Toutes les familles des plantes paraissent éprouver des effets uniformes de ce poison, même les mousses, les champignons et les conferves. M. Jæger a vu cependant une petite plante rameuse (que, d'après sa description, je soupçonnerais être le *mucor imperceptibilis*), croître dans l'eau qui contenait un trente-deuxième de son poids d'arsenic. Parmi les phanérogames, les plantes à suc visqueux ou résineux paraissent résister à l'action de l'arsenic pendant un temps double ou triple des autres.

La germination des graines n'a point lieu lorsqu'on les arrose avec de l'eau arséniquée, ainsi que l'ont vu MM. Carradori, de Humboldt (1) et Jæger. Ce dernier a vu aussi que ce liquide arrête l'évolution des bourgeons des branches qu'on y plonge.

M. Vogel a vu que la germination n'a pas lieu dans l'acide arsénieux, ni dans l'arséniate de plomb.

(1) *Versuche über die gereizte muskel und nervenfaser*, 2, p. 423, cité par Jæger.

M. Link (1) a vu que si l'on immerge une branche dans une solution d'arsenic, non-seulement elle y meurt, mais le reste de la plante meurt aussi. Cependant un *mesembryanthemum glomeratum* a échappé à cette action.

La couleur des pétales est fréquemment changée par l'absorption de l'eau arséniquée. La plupart deviennent bruns, jaunâtres ou blanchâtres ; ceux de la rose à cent feuilles deviennent, d'après M. Marcet, pourpres ou parsemés de taches pourpres. La corolle du *campanula persicifolia* prend, d'après M. Jæger, une teinte verte, analogue à celle que la solution d'arsenic blanc détermine dans le sirop de violettes.

Des branches fleuries d'épine-vinette ayant été plongées par M. Macaire dans des solutions étendues d'oxide d'arsenic et d'arséniate de potasse, on a vu au bout de trois heures leurs étamines perdre la faculté de se contracter quand on les excite, et de se rapprocher du pistil. Elles étaient devenues roides, dures, retirées en arrière, et ne pouvaient changer de place qu'en les arrachant.

MM. Jæger et Macaire ont vu aussi que des branches de sensitive qui trempent dans de l'eau resserrent et abaissent leurs folioles d'une manière singulière lorsqu'on y verse une solution arséniquée. Si celle-ci est faible, elles se rouvrent encore le lendemain ; si elle est forte, elles se tortillent et meurent.

Tous les effets que nous venons de raconter diminuent d'intensité à mesure qu'on emploie l'arsenic à plus petite dose : on commence à voir l'effet vénéneux agir seule-

(1) Fér., Bull. sc. nat., 19, p. 56.

ment sur la partie de la plante soumise directement à son action; si on diminue encore la dose, la plante peut vivre, mais toujours un peu souffrante. M. Leuchs (1) a essayé récemment l'oxide d'arsenic à des doses infiniment faibles, et assure en avoir encore vu quelque effet par la diminution du poids de la partie solide des plantes qu'il arrosait de ces solutions très-délayées, comparé avec celui de plantes semblables arrosées d'eau ordinaire. L'expérience a été faite avec des vesces semées dans une cave chaude et entièrement obscure. Chaque expérience était faite à la fois sur 100 vesces dans l'eau arséniquée, et 100 dans l'eau pure, placées à côté d'elles : les plantes ont vécu 38 jours. Les dissolutions d'arsenic étaient au nombre de 26, dont la première contenait $\frac{9}{1000}$ de grain d'arsenic; la quantité allait en diminuant par moitié, et la dernière en contenait $\frac{17}{10000000000000}$ sur la même quantité d'eau. Les résultats ont été les suivans :

1°. Dans les neuf premières dissolutions qui étaient les plus arseniquées, le poids solide moyen de la plante a été en total de........................ 128,9 grains.

Pour les plantes correspondantes dans l'eau 115,3

2°. Dans les dissolutions 10 à 17 plus arséniquées, il fut de................ 112,7

Et pour les plantes correspondantes dans l'eau 110,9

3°. Dans les neuf dernières dissolutions qui étaient les moins arséniquées, il fut de 113,5

Et dans l'eau, de............ ... 105,3

(1) *Ann. der physik v. Poggendorf*, 1830, n. 11, p. 488.

La moyenne totale a donc été dans les dissolutions arséniquées 118,3
Dans l'eau 110,5

De ces expériences (qui semblent dictées par le désir d'appliquer au règne végétal la méthode homéopathique d'Hanemann), l'auteur conclut que l'arsenic, même à très-petites doses, a un effet fâcheux sur les plantes, et en gros, je suis porté à croire cette assertion vraie; mais il faut remarquer, 1° que ses résultats numériques semblent indiquer l'effet contraire, puisque le poids des parties solides a été plus grand dans les vesces qui ont cru dans l'eau arséniquée; 2° pour des plantes crues à l'obscurité totale, le poids solide est essentiellement déterminé par la quantité de matière solide contenue dans la graine : or, on n'a point eu la précaution de peser les graines, et par conséquent on ne peut savoir si la différence obtenue ne tiendrait point à quelque différence dans le poids primitif des graines employées. Ces expériences devraient donc être répétées sur des plantes qui croîtraient exposées à la lumière, et dans un état conforme au cours ordinaire de la végétation, et alors il est vraisemblable que des quantités aussi minimes seraient sans effet sensible.

Mercure.

L'effet des vapeurs du mercure oxidé sur les végétaux vivans a été observé d'abord par les chimistes hollandais Deiman, Van-Trostwych et Lauwerenburgh, puis par MM. de Saussure, Treviranus, etc. Lorsqu'on met des plantes végéter dans des récipiens clos par du mercure, ces

plantes commencent, au bout d'un jour, à présenter des taches fauves ou brunes, et en peu de temps se dessèchent et périssent. Cet effet est important à éviter dans toutes les expériences de physiologie chimique : il faut, ou fermer avec de l'eau les récipiens dans lesquels on place des plantes vivantes, ou, si l'on a absolument besoin de mercure, il faut le recouvrir d'eau pour éviter son oxidation et sa vaporisation. M. Séguin a le premier, je crois, indiqué l'effet de la solution du sublimé corrosif absorbé par les plantes; mais les principaux détails à ce sujet sont dus à MM. Marcet et Macaire.

Des plantes de haricot trempant dans deux onces d'eau qui contenaient 129 grains de muriate de mercure, avaient dès le lendemain, dit M. Marcet, les feuilles penchées et les tiges d'un brun jaunâtre; le lendemain elles étaient mortes; leurs tiges étaient jaunes, les feuilles sèches et flétries. Une branche de rosier fut introduite dans une solution semblable. Deux jours après, il se manifesta des raies brunes le long des nervures des feuilles; les pétales extérieurs des boutons étaient fanés; au troisième jour, les raies des feuilles devinrent plus larges, puis en couvrirent toute la surface, sauf les bords. Le quatrième jour, la plante était morte, n'ayant absorbé qu'un demi-grain de poison.

Le même observateur a introduit du mercure métallique dans un trou fait au tronc d'un cerisier jusqu'à la moelle, et au bout d'un an il n'en était résulté aucun effet fâcheux. M. Théod. de Saussure a retrouvé récemment, en coupant un arbre sain, du mercure coulant qu'il y avait mis trente ans auparavant, et qu'il y avait oublié. On dit cependant, en général, que c'est un

moyen de tuer les arbres. Probablement le mercure ne peut agir comme poison que lorsqu'il s'oxide, et la manière dont on ferme le trou fait à l'arbre, peut faire varier cette oxidation.

M. Macaire a vu que la solution de sublimé corrosif a, sur les mouvémens des étamines d'épine-vinette et des feuilles de sensitive, le même effet que celle d'arsenic.

Le prussiate de mercure employé à la même dose que le sublimé corrosif, produit tous les mêmes effets. (Gœppert, l. c., p. 34.)

Plenck assure que les graines prospèrent mieux, et Vogel aussi bien, dans du cinnabre (sulfure de mercure) que dans la terre végétale (1), fait qui me paraît tenir à l'insolubilité de ce sulfure.

Etain.

L'action du muriate d'étain n'a été, à ma connaissance, observé que par M. Marcet; son effet a été le même que celui du muriate de mercure sur le haricot et sur le rosier. Dans ce dernier seulement, les raies d'un brun jaunâtre, marquées le long des nervures, étaient plus larges et d'une couleur plus foncée.

Cuivre.

Le même chimiste a eu des résultats analogues avec le sulfate de cuivre; il les a eu aussi en arrosant de cette solution des haricots plantés en terre; mais il en fallait une plus grande quantité.

---

(1) Physiol. vég., trad. fr., p. 47.

Déjà, avant lui, le docteur Philips (1) ayant répandu des solutions de cuivre autour d'un jeune peuplier, celui-ci mourut, en commençant par les branches inférieures. Le couteau employé à couper l'arbre se trouva couvert de cuivre. Ce fait a été confirmé par M. Wiegmann (2). L'emploi du sulfate de cuivre pour chauler les grains du blé, proposé par Benedict Prévost (3), paraît tenir à ce que cette solution tue les germes de la carie qui peuvent y être adhérens.

M. John (4) cite les nitrate et carbonate de cuivre comme nuisant à la végétation, même quand ils forment une très-petite partie du sol; et M. Vogel a vu que la germination n'a pas lieu dans le sulfate de cuivre, et qu'elle est faible dans la limaille de cuivre.

Zinc.

M. Séguin a vu des bulbes de jacinthe et d'oignon périr dans une solution de sulfure de zinc.

M. Vogel dit, au contraire, que la germination du froment a lieu dans l'oxide de zinc; mais celle de l'orge y réussit mal.

Plomb.

M. de Humboldt a vu des graines germer dans un sol formé d'oxide jaune de plomb, et M. Vogel dans l'oxide rouge; mais comme cet oxide est insoluble à l'eau, il

(1) *Annals of philosophy*, 19, p. 76.
(2) Isis, 1826, p. 165; Ann. sc. nat., 17, p. 374.
(3) Cause immédiate de la carie.
(4) Cité par Gœppert, comm. p. 6.

n'a pas pu pénétrer dans la plante, qui a dû vivre dans ce terrain comme dans du verre pilé. M. Marcet a vu des haricots souffrir dès le deuxième jour, et périr le troisième, en ayant leur racine dans une solution d'acétate de plomb à la dose de six grains par once d'eau.

M. Wiegmann (1) prétend, au contraire, que l'acétate de plomb n'a eu aucun effet fâcheux sur la végétation d'un saule; ce qu'il explique en disant qu'il a été précipité par l'acide carbonique dégagé des racines, mais ce qui peut tenir simplement à ce que, mêlé dans le terrain, il n'a pas été absorbé.

Manganèse.

L'effet de l'oxide de manganèse offre encore quelque ambiguité. D'après les expériences d'Achard, il paraît nuire à la végétation lorsqu'il est en quantité trop considérable. Au contraire, M. de Humboldt assure que les graines germent plus vite dans cet oxide que dans le sol ordinaire, et attribue cet effet à l'action de l'oxigène qui s'en sépare par l'action de la lumière, et tend à décarboniser et peut-être à exciter la graine. M. Vogel se contente d'affirmer que la germination y a lieu.

Autres Métaux.

La germination, selon M. Vogel, n'a pas lieu dans l'oxide de bismuth, ni dans l'oxide vert de chrôme. Elle s'exécute mal dans le sulfate vert d'antimoine.

Le fer et ses composés n'ont paru avoir aucune action nuisible sur les végétaux. Des graines de chanvre et

(1) Isis, 1826, p. 165; Bull. des sc. nat., 17, p. 375.

d'orge ont bien germé dans du fer oxidé et oxidulé. (John, cité par Gœppert). Davy (1) paraît cependant attribuer au sulfate de fer la stérilité d'un terrain qui d'ailleurs paraissait devoir être fertile; mais il donne trop peu de détails pour apprécier cette opinion; et il dit ailleurs que du cresson a réussi dans un sol formé de carbonate de fer et de chaux.

Dans tous les métaux qui ont tué les plantes soumises à leur action, M. Marcet s'est assuré par des réactifs que la matière existait en nature dans le tissu de la plante morte, et qu'elle y était dans le même état chimique où elle avait été absorbée.

§. 2. Matières élémentaires diverses.

Iode.

M. Cantu (2) a observé que des graines placées dans du sable pur, et arrosées avec une solution d'iode, ont levé un peu plus promptement que des graines semées à l'état ordinaire, et les surpassaient en vigueur et en élévation. M. Vogel, au contraire, cite l'iode parmi les matières où la germination est faible ou nulle.

Chlore.

Il a eu le même résultat, quoiqu'à un moindre degré, avec une solution de chlore au même degré de densité. Ce résultat avait été primitivement observé par M. de

(1) Chim. agr., trad. franç., 1, p. 245.

(2) Ann. soc. d'hortic. de Paris, 7, p. 193; Calend. georg. de Toscane, 1827, p. 44.

Humboldt (1) à une époque où l'on croyait que le chlore contenait de l'oxigène, et on expliqua cette accélération par l'action de l'oxigène sur la graine : aujourd'hui on doit l'attribuer à l'action excitante du chlore. Au reste, pour peu que celle-ci soit forte, ou qu'elle agisse sur des tissus délicats, elle tue les plantes.

Phosphore.

Le phosphore et ses composés paraissent tous vénéneux pour les végétaux. M. Marcet en ayant placé dans l'intérieur du tronc d'un arbre, celui-ci a péri en peu de temps.

§. 3. Des matières terreuses ou alcalines.

Nous avons déjà, en parlant du sol, examiné l'influence générale des terres sur la végétation. Cet article est consacré à l'indication spéciale de quelques faits analogues à des empoisonnemens.

Chaux.

Ainsi, la chaux vive brûle toutes les parties délicates des plantes qu'elle touche; mais cet effet est de peu d'importance, parce qu'elle ne se trouve en cet état dans la nature que dans des cas rares et fugaces. M. Carradori (2) a vu que des graines semées dans de l'eau mêlée de chaux vive ont souffert, tandis que celles semées dans de l'eau de chaux ont levé comme à l'ordinaire.

(1) *Aphorismi in flora Freyberg.*
(2) *Giorn. di Pisa*, 1808, p. 296.

Succow (1) a vu des plantes périr par l'action du fluate de chaux.

La plupart des sels calcaires sont d'ailleurs innocens.

Magnésie.

La magnésie a été plusieurs fois désignée comme un véritable poison pour les végétaux. Tennant (2), ayant remarqué qu'une terre calcaire qui contenait de la magnésie faisait du mal aux plantes, fut entraîné à des expériences d'où il a conclu que la magnésie, soit crue, soit calcinée, soit pure, soit mêlée à d'autres terres, nuit aux plantes qui y végètent. Cet effet est d'autant plus singulier, que cette terre n'est point caustique, pas même sapide, et ne nuit pas sensiblement à la santé des animaux. M. Carradori (3) a institué une série d'expériences pour vérifier ce fait. Il a mis germer des plantes (blé, vesces, etc.,) dans de la magnésie pure ou calcinée, recouverte d'eau, et a trouvé qu'elles végétaient moins rapidement que dans l'eau pure; qu'elles reprenaient leur activité lorsqu'on les transportait dans l'eau pure, ou la perdaient quand de l'eau pure on les portait dans l'eau mêlée de magnésie. Il a vu aussi que les jeunes plants d'herbes ou de végétaux ligneux encore herbacés, placés dans de l'eau chargée de magnésie, y souffraient au bout de cinq à six jours, et périssaient au bout de six à sept. Il a vu enfin que la magnésie calcinée est moins nuisible

(1) Cité par Senebier.

(2) *Philos. trans.* 1779, p. 2, p. 305; Journ. de phys., 1800, an VIII.

(3) *Giorn. di fisica*, 9, p. 77, 286, 1808.

à la germination que la magnésie crue, qui a un peu d'acide carbonique, auquel il attribue cet effet. M. Vogel cite le carbonate de magnésie parmi les matières où la germination est faible.

Ces expériences montrent bien quelque mauvais effet de la magnésie; mais celle-ci semble beaucoup moins activement vénéneuse que les oxides et les sels métalliques mentionnés plus haut; et on connaît en effet un grand nombre d'exemples de terrains qui contiennent de la magnésie, et qui n'en sont pas moins fertiles. Peut-être cette fertilité des terrains magnésiens tient-elle à la très-faible solubilité de cette terre. Quoi qu'il en soit, Bergmann (1) admet 1/10 de magnésie dans les terres qu'il regarde comme les plus fertiles. Davy a trouvé de la magnésie dans quelques-unes des terres calcaires qui avaient été signalées comme les plus avantageuses, et on a trouvé jusqu'à 51 pour cent de carbonate de magnésie dans les terrains où les quinquinas croissent en Amérique. Les terrains essentiellement composés de dolomie qui contient de 22 à 32 pour cent de magnésie, ne paraissent pas plus stériles que d'autres. J'ai examiné près de Lunel, de concert avec M. Dunal, la végétation de la mine de magnésie, signalée par M. Bérard comme étant de la magnésie presque pure, et j'y ai trouvé les mêmes espèces que dans les environs, et tout aussi vigoureuses, quoique plusieurs eussent leurs racines profondément enfoncées dans les fentes de la pierre magnésienne.

Ces résultats généraux de la végétation semblent corroborés par l'observation de M. Marcet, que le sul-

(1) Terr. geopon.

fate de magnésie, à la dose de 36 grains sur 2 onces d'eau, n'a eu, au bout de trois jours, aucun effet facheux sur des haricots qui y étaient plongés par leurs racines, et, par l'assertion de M. Wiegman, que ce sel ne lui a paru avoir aucun effet fâcheux. Mais M. Séguin avait déjà vu des bulbes de jacinthes et d'oignons périr dans une solution de sulfate de magnésie; et M. John (1) a trouvé que les plantes végètent mal dans un sol qui contient une très-petite proportion de nitrate de magnésie. Au milieu de ces contradictions, l'action de la magnésie sur les végétaux appelle de nouvelles expériences, et mérite d'être étudiée de nouveau.

Baryte.

Le sulfate de baryte est cité par Achard comme une des matières nuisibles à la végétation. Succow (2) a vu des laitues périr dans ce spath. M. Marcet dit que le muriate de baryte a sur les végétaux le même effet délétère que l'acétate de plomb. M. Vogel cite le carbonate, le muriate, l'hydrate de baryte, au nombre des matières où la germination n'a pas lieu.

Alumine.

Les solutions d'alun paraissent dangereuses pour les végétaux; mais je ne connais pas d'expériences détaillées sur ce sujet. M. Lefébure compte le sulfate d'alumine parmi les substances où la germination de la rave ne s'exécute pas. M. Rœper a vu, à Frienwald en Prusse, des

(1) Cité par Gœppert, comm. p. 6.

(2) Cité par Senebier, Physiol. vég., 3, p. 30.

monceaux de terre exposés en plein air et provenant des minerais d'où on avait extrait l'alun, rester complétement stériles, et ne se recouvrir d'aucune végétation (1). Wiegmann cite, au contraire, le sulfate d'alumine comme n'ayant produit sur les plantes aucun effet fâcheux (2).

Potasse.

La potasse caustique détruit promptement les parties vivantes des végétaux qui sont en contact avec elle; et même, étendue de trois fois son poids d'eau, elle a tué des haricots en vingt-quatre heures, d'après l'observation de M. Marcet.

Il paraît que le carbonate de potasse peut, à très-faible dose, ne pas nuire, et peut-être même servir à la végétation.

Les prussiates ferrugineux de potasse et de soude ont été dissous par M. Gœppert à la dose de 5 grains par once d'eau. Des plantes herbacées y ont été plongées par leurs racines; au bout de deux ou trois jours, leurs feuilles séchaient et tombaient. Les muriates de soude et de potasse ont, à la même dose, produit sensiblement les mêmes effets.

L'action du nitrate de potasse présente des contradictions dans les expériences publiées. D'un côté, on assure que les jardiniers s'en servent pour accélérer la végétation des oignons, et Tromsdorf (3) dit que de deux branches égales de menthe poivrée, mises l'une dans de

(1) Note communiquée en 1831.
(2) Isis, 1826, p. 165; Bull. sc. nat., 17, p. 374.
(3) Cité par Willdenow dans ses Principes de botanique, et par Plenck, Phys., tr. fr., p. 75.

l'eau pure, l'autre dans de l'eau qui tenait du nitre en solution, la première a pompé 145 grains, et la deuxième 548. Au contraire, Barton dit que quelques grains de nitre ont fait périr un kalmia.

Davy (1) a vu que tous les sels à base de potasse nuisent à la végétation, quand ils sont dans l'eau d'arrosement à une dose supérieure à 1/30. Les plantes qu'on arrosait avec des nitrate, acétate, oxy-carbonate de potasse, à la dose de 1/300 dans l'eau, paraissaient vivre un peu mieux qu'à l'ordinaire, et avec le sulfate, comme avec l'eau de pluie.

Soude.

La soude caustique tend à corroder les parties vivantes des végétaux. Combinée avec l'huile fixe, sous forme de savon, elle forme un composé qui semble, au moins lorsqu'il est mêlé dans le sol, favoriser un peu la végétation.

Le carbonate de soude, à très-faible dose, ne nuit pas, et selon quelques autres sert à la végétation.

Le muriate de soude, dont la présence est si évidemment nécessaire aux plantes marines, agit très-diversement sur les végétaux. En petite dose, il ne paraît nuire à aucun, et même paraît servir à l'amendement de certains terrains. Je suis porté à croire (voyez ci-dessus, p. 1262) que son utilité est surtout de contribuer, soit par lui-même, soit par le muriate de chaux qui y est si fréquemment mêlé, à attirer et à conserver l'humidité de l'air. Mais toutes les expériences prouvent que, dès qu'il est en quantité trop considérable, il nuit (inégalement,

(1) Chim. agr., 2, p. 86.

il est vrai) aux divers végétaux, et finit par les tuer. Plusieurs même des plantes maritimes ne peuvent vivre dans les lieux arrosés par une eau trop salée. Rafn assure qu'un seul grain de sel commun, sur 200 grains d'eau, suffit pour retarder la végétation des plantes, et que cette solution peut même finir par les tuer. D'autres disent, mais sur des expériences faites en pleine terre, et par conséquent moins précises, qu'il excite la végétation.

Ammoniaque.

L'ammoniaque et ses principales combinaisons paraissent évidemment des poisons pour les végétaux. Je ne trouve d'expériences bien précises à ce sujet que dans l'écrit de M. Gœppert. Il a placé diverses plantes herbacées et ligneuses, avec et sans racines, dans de l'ammoniaque caustique étendue d'eau, et a vu leurs tiges se contracter et périr partout où le liquide pénétrait. La vapeur de l'ammoniaque tue les plantes qui y sont exposées, et leur couleur verte passe au brun. Les parties des plantes laiteuses, atteintes par l'ammoniaque absorbée, perdent la faculté de laisser couler leur lait. Les mouvemens des feuilles de sensitive, ou des étamines de la rue, ne sont arrêtées que lorsque l'ammoniaque a atteint la base des organes. Tous les sels ammoniacaux produisent aussi des effets délétères. L'action de l'ammoniaque s'exerce visiblement sur le tissu cellulaire. Le prussiate d'ammoniaque (1) produit ce singulier effet sur les plantes qu'on y fait tremper, que l'action délétère commence à

(1) Gœppert, l. c., p. 85.

paraître sur la tige dans le fond du liquide, tandis que dans presque toutes les autres solutions cet effet ne commence que dans la partie de la tige qui est au-dessus du liquide.

Davy dit, au contraire, que s'il est vrai que les sels ammoniacaux nuisent quand on en met plus de $\frac{1}{30}$ dans l'eau, ils accélèrent la végétation quand ils sont à la dose de $\frac{1}{300}$, excepté le nitrate, qui, à cette dose, n'eut pas plus d'action que l'eau de pluie.

§. 4. Acides âcres.

On peut dire d'une manière générale que tous les acides (1) nuisent plus ou moins à la végétation : les uns, tels que les acides minéraux, sont des poisons corrosifs presque instantanés; les acides végétaux sont plus lents dans leur action, mais pour la plupart dangereux, au moins à forte dose. Nous laissons de côté dans cette énumération le gaz acide carbonique, qui, dissous dans l'eau absorbée par les racines, paraît toujours favorable à la végétation, mais que nous retrouverons parmi les poisons qui agissent extérieurement.

L'acide sulfurique brûle et charbonne les parties des végétaux qu'il touche; introduit par les racines, étendu de trois fois son poids d'eau, il a fait périr des haricots en 24 heures, d'après M. Marcet. Achard a eu des effets analogues en le délayant dans quatre fois son poids d'eau. Les acides arsénique et arsénieux sont de violens poisons pour les plantes, d'après M. Jæger.

(1) Achard, Mém. de l'acad. des sc., 1790, p. 94.

L'acide nitrique jaunit et brûle les parties cellulaires des plantes qu'il touche. Einhof (1) en a décrit les effets.

Les acides phosphorique, muriatique, tartarique, benzoïque, succinique, ont été, ainsi que les précédens, étudiés sous ce rapport par M. Gœppert, avec diverses plantes herbacées : la couleur des tiges tend promptement au rose, et les plantes meurent très-vite; les cellules et vaisseaux, observés au microscope, ne paraissent point déchirés, mais les cellules sont affaissées.

Le vinaigre distillé est compté aussi par Achard au nombre des poisons pour les végétaux, quoiqu'on trouve un peu d'acide acéteux dans la sève de l'orme et de quelques autres arbres; il produit les mêmes effets que les acides précédens. Davy a vu des primevères jaunir, puis périr dans une solution faible d'oxide de fer et de vinaigre.

Les vapeurs des acides sulfureux et nitreux brûlent les plantes qui y sont exposées; le premier surtout les tue avec une extraordinaire rapidité, d'après l'observation de M. de Saussure. Les vapeurs des acides muriatique et autres qui s'exhalent des fabriques de produits chimiques, peuvent nuire à la végétation des lieux qui entourent ces fabriques, même à très-faible dose. MM. Turner et Christison ont trouvé qu'un dix-millième de gaz acide sulfureux dans l'air suffit pour tuer en vingt-quatre heures les végétaux exposés à son action. D'après les mêmes observateurs, le gaz acide hydrochlorique agit encore plus vivement. Un dixième de pouce cubique divisé dans 20,000 pouces d'air, tua un réséda en deux jours, quoique à ce terme

(1) *In Gehlen Journ. f. chim.*, 3, p. 604.

l'odorat ne fût point affecté. Le chlore agit comme lui, mais d'une manière moins intense. Le gaz acide nitreux est un des plus mortels pour les plantes. Tous ces gaz tendent à chiffonner les feuilles, puis à les rouler par les bords.

§. 5 Matières végétales diverses.

Toutes les huiles fixes, même celle d'olive, tuent comme de véritables poisons les végétaux qu'on y plonge par leurs racines, d'après MM. Achard et Séguin. Bonnet avait déjà vu que deux feuilles (1) de belle-de-nuit, plongées par leurs pétioles, l'une dans l'huile, l'autre dans l'eau, pompèrent,

	Dans l'huile.	Dans l'eau.
le 1er jour........	1 ligne.	13 lignes.
le 2e jour........	$\frac{1}{2}$	9
les 3 jours suivans..	1	10

La première se fana alors tout-à-fait et se dessécha, tandis que la seconde était encore vivante. Les feuilles de cerisier et d'abricotier n'ont rien absorbé dans l'huile. Rafn a vu aussi que la germination n'a jamais lieu dans l'huile.

Il en est de même de toutes les huiles volatiles, et notamment de l'huile éthérée de térébenthine, l'huile éthérée d'amandes amères. Ces huiles déterminent d'abord des taches brunes, et tuent promptement les plantes qu'on expose à leur vapeur; appliquées extérieurement sur les organes susceptibles de mouvement, elles

(1) Mém. sur les feuilles, 1er mém., p. 13.

le détruisent rapidement. La vapeur des huiles éthérées change aussi fréquemment la couleur des pétales; mais, d'après des lois très-différentes de celles qu'on observe par l'action de l'acide prussique en vapeur, la plupart des couleurs que les huiles éthérées changent, restent intactes sous la vapeur prussique, et réciproquement.

Toutes les eaux distillées aromatiques de cannelle, de calamus, etc., expérimentées par M. Gœppert, sont au nombre des matières qui ont tué le plus rapidement les végétaux vivans qu'on a mis tremper dans ces liquides.

Le même observateur a vu plusieurs plantes périr en deux ou trois jours dans de l'eau qui contenait en dissolution huit grains de camphre broyés avec de la gomme arabique; une demi-drachme de camphre mise dans un vase clos avec deux plantes de pois, les a tuées en vingt heures. Des fragmens de camphre, placés dans des fleurs d'épine-vinette, arrêtent le mouvement des étamines. Willdenow et Droste (1) soutiennent, au contraire, que des branches fanées se relèvent plus vite dans de l'eau camphrée que dans de l'eau ordinaire, et Barton assure que les plantes végètent avec force dans l'eau camphrée; mais les expériences de M. Gœppert (2), répétées et variées sous diverses formes, paraissent prouver complétement, 1° que les solutions de camphre agissent de la même manière délétère que les huiles essentielles, mais qu'il en faut une dose double pour produire le même

(1) Bull. sc. agric., 7, p. 49.

(2) *Ann. phys. und chem. von Poggendorf*, 1828, p. 243; Bull. sc. nat., 17, p. 375.

effet; 2° qu'elles détruisent la motilité des parties contractiles sans l'avoir préalablement excitée ; 3° qu'elles n'ont aucune action ni sur la germination des phanérogames, ni sur la végétation des cryptogames cellulaires ; 4° que ses vapeurs seules suffisent pour agir sur les plantes grasses et les fougères.

M. Carradori a vu que la germination des graines était visiblement contrariée dans une solution do tannin. Davy dit qu'une solution trop chargée de tannin contrarie la végétation; mais, si elle est légère, elle la favorise.

Le sulfate et le sulfure de quinine à la dose d'un grain, dissous dans une demi-once d'eau, ont été expérimentés par M. Gœppert. Les feuilles des plantes qui y furent plongées offrirent au bout de six à huit heures des traces de contraction. Les mêmes espèces, dans une infusion aqueuse de l'écorce de quina gris, qui devait contenir la même quantité de quinine, séchèrent au bout de vingt-quatre heures, mais sans contraction.

Le principe âcre des crucifères, dissous dans l'eau par M. Gœppert, a fait contracter et périr en quelques heures les plantes herbacées qu'on y a soumises.

Enfin la fumée de bois, qui est un mélange d'air chaud chargé d'huile empyreumatique et de molécules charbonneuses, tue très-promptement toutes les parties délicates des végétaux soumis à son action ; les jeunes pousses paraissent comme brûlées, et les feuilles sont souvent désarticulées de leur tige. Voyez ce que j'en ai dit plus haut, chap. V, §. 2.

§. 6. Matières animales.

Parmi les matières que produit le règne animal, il n'en est qu'un petit nombre qui aient été observées, sous le rapport qui nous occupe, et même elles ne l'ont été que d'une manière vague.

Les agriculteurs savent très-bien que l'urine des animaux tue les plantes d'une manière très-analogue à l'action des poisons, lorsqu'elle n'est pas délayée d'une quantité d'eau suffisante, et tout l'art de l'employer comme engrais consiste à la mêler d'eau ou de terre, de manière à profiter de ses parties constituantes sans redouter son effet immédiat.

On en peut dire autant des engrais qu'on regarde comme trop chauds, tels que la fiente des pigeons, etc., et de l'eau de fumier qui est un mélange de toutes ces matières, et que Senebier a prouvé être immédiatement dangereuse pour les plantes quand elle n'est pas étendue d'eau.

Le musc ne paraît avoir, d'après M. Gœppert (1), aucune action délétère sur la santé des végétaux, ni lorsqu'on l'emploie en nature, ni par ses émanations.

DEUXIÈME SÉRIE. *Poisons narcotiques.*

De même que nous avons vu dans la série précédente toutes les matières âcres qui sont vénéneuses pour les animaux, en détruisant leur tissu, avoir un effet ana-

(1) Bull. sc. nat., 20, p. 257.

logue sur les végétaux, de même nous trouverons ici que toutes les matières stupéfiantes ou narcotiques qui tuent les animaux ou altèrent leur santé ou leurs mouvemens, paraissent avoir des effets analogues sur les végétaux vivans. Comme ces matières donnent pour la plupart un peu de viscosité à l'eau, on aurait pu croire que cette viscosité, en diminuant la succion, était la cause de la mort des plantes. M. Marcet s'est assuré que cette circonstance n'a pas d'importance, en plaçant des plantes semblables à celles qu'il observait dans l'eau légèrement gommée, où elles ne souffrent pas sensiblement. Nous énumérerons d'abord les effets pernicieux produits par ces poisons, puis nous mentionnerons les assertions qui semblent contradictoires.

§. 1. Extraits aqueux.

Opium.

L'effet de l'opium sur les végétaux est un des premiers qui ait été observé sous ce rapport. On avait vu qu'il ralentissait les mouvemens de la sensitive.

M. Marcet a placé des haricots dans une solution de cinq à six grains d'opium dans deux onces d'eau ; dès le soir les feuilles se penchèrent, et la plante mourut le lendemain.

M. Macaire a vu que des rameaux fleuris d'épine-vinette, trempant dans une solution aqueuse d'opium, avaient leurs étamines molles et incapables de contraction.

Il a vu qu'une feuille de sensitive mise sur une solution aqueuse d'opium n'était plus, cinq heures après,

susceptible de contraction ; elle était molle et flexible, au lieu d'être roide, comme dans le sublimé corrosif. Une branche de cette plante, trempant dans la même solution, y a bien épanoui ses feuilles; mais une demi-heure après, les folioles étaient presque endormies ; au bout d'une heure elles n'offraient aucun mouvement; au bout d'une heure et demie elle était morte.

M. Mulder (1) a vu l'extrait d'opium diminuer les mouvemens de la sensitive, et faire fermer les lèvres du stigmate du *mimulus luteus*.

Morelle.

L'extrait aqueux de morelle, dit M. Marcet, agit sur les plantes qui l'absorbent, comme l'opium; mais son action est moins rapide.

Noix vomique.

M. Marcet, ayant placé un haricot à tremper par sa racine dans une solution de cinq grains d'extrait de noix vomique, dans une once d'eau, au bout de quatre heures, les pétioles étaient courbés et fléchis de haut en bas, et la plante mourut au bout de douze heures environ.

Quinze grains du même extrait furent insérés dans une fente de la tige d'un lilas, le 15 de juillet, et les portions fendues furent rapprochées et liées. Treize jours après les feuilles voisines commencèrent à sécher, et les autres se séchèrent dans l'automne.

---

(1) *Bijdr. tot. de nat. Westensch*, 2, p. 38; Bull. sc nat., 13, p. 77.

Coque du Levant.

Un haricot fut placé par M. Marcet dans une once d'eau contenant dix grains d'extrait aqueux de coque du Levant (*cocculus suberosus*). Peu de momens après il y eut crispation des deux folioles les plus voisines de la tige. Leur extrémité se replia en dessus, et elle tenait avec roideur dans leur nouvelle position. Au bout de quelques heures, les feuilles se penchèrent avec roideur vers la terre, puis elles devinrent flasques. La plante mourut en vingt-quatre heures, ayant les pétioles courbés et les feuilles fanées.

Belladone.

L'effet d'une solution de cinq grains d'extrait aqueux de belladone dans une once d'eau fut à peu près semblable au précédent, d'après M. Marcet.

Ciguë.

Un haricot a été placé par M. Marcet dans une solution de cinq grains d'extrait aqueux de ciguë dans une once d'eau : au bout de quelques minutes, les deux feuilles inférieures se crispèrent à leurs extrémités; le lendemain elles étaient jaunes, puis elles séchèrent.

Digitale pourprée.

Il en fut à peu près de même d'une plante de haricot trempant dans une infusion de 6 grains d'extrait de digitale dans une once d'eau.

Autres extraits.

Des branches récemment coupées de *datura stramonium*, d'*hyosciamus niger*, de *momordica elaterium*, furent placées par M. Macaire (1) dans de l'eau distillée qui contenait en dissolution de 1 à 5 grains par once, des extraits qu'elles fournissent respectivement. Elles n'ont pas tardé à se flétrir, et ont péri dans l'espace de une à deux heures, tandis que des branches conservées dans de l'eau qui contenait la même quantité de gomme, n'ont nullement souffert. Les mêmes plantes en vase, arrosées avec leurs propres extraits, n'ont pas tardé à se flétrir et à succomber.

L'eau de laurier-rose (*nerium oleander*) détruit les mouvemens des fruits du *momordica elaterium*, d'après M. Carradori (2).

Contrairement à ces diverses assertions, nous trouvons que M. Julio (3) considère l'opium comme un excitant des végétaux, et assure que des branches fleuries de mesembryanthemum qui trempent dans de l'eau chargée d'opium, ouvrent leurs fleurs plus tôt le matin et les ferment plus tard le soir. M. Runge (4) assure que les principes narcotiques de la jusquiame et de la belladone, loin de nuire à la végétation, ne font que l'augmenter; mais il déduisait cette assertion d'expériences faites en versant l'infusion de jusquiame sur le terreau

(1) Mém. de la soc. de phys. de Genève, vol. 4, p. 91, 1825.

(2) *Anthologia*, octob. 1825, p. 15.

(3) *Biblioth. ital.*, n. 5, p. 128.

(4) *Neueste phytochem. enteleckungen*, 1, p. 180-287, cité par Gœppert,

qui nourrissait les plantes, et il pourrait bien se faire que (1) la jusquiame y fût décomposée avant son absorption, et jouât ainsi le rôle d'engrais. M. Gœppert lui-même (l. c., p. 7) a d'abord annoncé avoir fait des expériences sur l'effet des narcotiques, qui s'éloignent peu des résultats de Runge; puis il affirme maintenant (2) que les poisons narcotiques que nous venons d'énumérer dans cet article n'exercent aucune action vénéneuse sur les végétaux. Des graines ont germé, et des oignons ont végété pendant des mois entiers dans des infusions délayées, ou les sucs récens de ces narcotiques. Une sensitive placée dans un vase plein d'eau fut enfermée avec six onces d'opium, et tous ses mouvemens se sont exécutés pendant quatre semaines, c'est-à-dire, pendant le même temps qu'une autre sensitive placée de même, mais sans opium. Enfin, des graines de pois et d'avoine ont germé et végété dans la racine de *cicuta virosa*. Cette action des narcotiques exige donc encore de nouvelles recherches, soit pour en constater mieux l'effet, soit pour expliquer l'influence que les divers modes opératoires ont pu exercer sur les résultats des expériences.

§. 2. Acides narcotiques.

Acide oxalique.

Une branche fleurie de rosier fut introduite par M. Marcet (3) dans une once d'eau contenant cinq grains

(1) Schultz, *die natur der lebendeflam.*, 2, p. 345.
(2) *Flora*, 1828, p. 471.
(3) Mém. soc. phys. Genèv., 3, p. 59.

d'acide oxalique. Le lendemain, les pétales extérieurs avaient pris une couleur plus foncée, puis ils fanèrent, et le second jour la tige et les feuilles étaient sèches : elles n'avaient absorbé que 1/10e de grain d'acide. Un haricot trempant par sa racine a péri en vingt-quatre heures ; mais lorsqu'on arrose de cette solution des plantes en terre, elles n'en ont le plus souvent pas souffert, l'acide oxalique se combinant probablement avec la chaux du terrain. Au reste, l'action de l'acide oxalique sur les animaux semble être narcotique lorsqu'on l'emploie à très-faibles doses, et corrosive lorsqu'on le donne à plus grande dose.

Acide prussique.

De tous les poisons narcotiques ou stupéfians, c'est celui-ci sur lequel nous possédons le plus de documens exactement observés. Rafn avait déjà vu, en 1796 (1), qu'il arrêtait le mouvement des étamines. Dès-lors M. Becker (2), en 1823, Macaire, Wiegmann (3) et Schneider (4), en 1825, puis M. Gœppert (5), en 1827, en ont étudié les effets sur les plantes avec beaucoup de soin. Ce dernier, en particulier, les a analysés d'une manière ingénieuse, et nous servira de guide principal.

Lorsqu'on plonge des plantes herbacées par leurs racines dans de l'acide prussique contenant cinq pour cent

---

(1) *Danmarks Flora*, 1, p. 176.
(2) *Annals of philosophy*, 1824.
(3) *Kastner's Archiv.*, 4, p. 415.
(4) *De acidi hydroccyan. vi pernic. in plantas*, Jenæ, 1825.
(5) *De acidi hydrocian. vi in plantas*, Vratislav., 1827.

d'acide pur, leur couleur est souvent altérée en jaunâtre ou en brun; leur tige et leurs pétioles se resserrent et tombent, et la plante elle-même périt dans un temps qui varie de un à trois jours; leurs vaisseaux spiraux deviennent bruns. On tue de même des végétaux ligneux. Les graminées meurent aussi, mais leurs parties ne se laissent pas tomber. Les plantes à suc laiteux sont tuées à peu près dans le même temps. Dans les parties où le poison est parvenu, le lait ne coule plus des cellules ou vaisseaux qui le contiennent. La germination des graines est complétement empêchée par le contact de l'acide prussique. Les plantes qui contiennent elles-mêmes de cet acide prussique sont affectées comme les autres lorsqu'elles en absorbent. Cette absorption étant accélérée par la lumière et la chaleur, ces deux circonstances paraissent accélérer aussi l'effet du poison. On peut retrouver par les réactifs l'acide prussique dans les végétaux qu'on a tués par son absorption.

Lorsqu'on place de l'acide prussique extérieurement sur les feuilles, il y produit peu ou point d'effet, probablement à cause de la rapidité de son évaporation; mais lorsqu'on les enduit d'huile d'amande éthérée, les parties touchées meurent.

L'acide prussique en vapeur tue très-rapidement les parties des végétaux qu'il atteint; mais son effet ne s'étend pas à celles qui ne sont pas directement soumises à cette vapeur. L'exhalaison des plantes qui contiennent naturellement un peu d'acide prussique, n'a d'action, ni sur elles-mêmes, ni sur celles qu'on rapproche d'elles. La couleur des fleurs est tantôt changée par l'acide prussique en vapeur, et tantôt elle reste intacte. Les couleurs

bleues, violettes et couleur-de-chair, deviennent en général blanches; le rouge du *bouvardia coccinea* devient brun; celui des zinnia devient jaune; le brun du *veratrum nigrum* prend une teinte d'un jaune verdâtre. Au contraire, les corolles blanches, jaunes, le rouge vif du *cacalia sagittata* et du *fuchsia coccinea*, le brun du *lotus jacobœus* et du *manulea angustifolia*, ne changent pas.

L'acide prussique, soit absorbé, soit en contact, soit en vapeur, arrête le mouvement des étamines et des stigmates, comme on l'a vu dans la plupart des plantes où ce mouvement a lieu; il détruit le mouvement élastique des valves de la silique des dentaires et des cardaminés; il arrête les mouvemens du sommeil des feuilles et peut-être celui des fleurs; il ralentit les mouvemens de la sensitive, et empêche que les excitations ne puissent les déterminer.

Une fois que les effets de l'acide prussique se sont fait sentir sur une partie vivante du végétal, on ne peut plus les détruire.

L'investigation anatomique des plantes tuées par ce poison a prouvé à M. Gœppert que les vaisseaux spiraux le conduisent sans en paraître affectés, mais que les cellules du tissu cellulaire perdent par son action leur turgescence vitale, et en sont comme affaissées et épuisées.

§. 3. Autres matières végétales narcotiques.

Eaux distillées.

L'eau de laurier-cerise, celle d'amandes amères et celle de *cerasus padus*, qui contiennent une petite portion

d'acide prussique, tuent les végétaux d'une manière analogue à celui-ci; mais M. Gœppert a montré que leur action délétère ne tient pas seulement à cette petite quantité d'acide prussique qu'elles renferment, mais à quelque qualité vénéneuse qui leur est propre. En effet, leur action est beaucoup plus prompte que ne l'est celle d'un acide prussique aussi peu concentré : de plus, toutes les eaux aromatiques doivent leurs qualités à un peu d'huile éthérée. Celle des eaux ci-dessus mentionnées peut être complétement dépouillée de son acide prussique par les procédés indiqués par MM. Robiquet et Vogel : or, dans cet état, elle n'en est pas moins un poison actif pour les végétaux, et même plus actif que les eaux distillées.

Liqueurs alcooliques.

L'alcool et tous les éthers sont encore au nombre des matières qui altèrent le plus rapidement et avec le plus d'intensité la vie des végétaux. Leur action a de grands rapports avec celle de l'acide prussique, de l'ammoniaque et des huiles éthérées. Le plus actif de ces liquides est l'alcool sulfurique de Lampadius : une plante de pois qui y trempait par ses racines a été toute contractée et tuée en moins d'une heure. Bonnet cite des expériences dans lesquelles il a vu que des feuilles plongées par leurs pétioles dans l'eau-de-vie ont pompé beaucoup moins que dans l'eau, et ont fini par périr.

Je vois dans quelques livres que le vin est aussi un poison pour les végétaux; mais on manque de détails sur son action.

M. Zeller, confirmant une partie des faits précédens (1), a prouvé que les huiles éthérées, et plusieurs matières végétales très-diverses agissent comme vénéneuses sur les végétaux; et, au contraire, M. Leuchs (2) prétend que la plupart de ces matières réputées vénéneuses peuvent servir comme engrais, et propose de les employer dans l'horticulture. Il est probable qu'il les a présentées aux plantes dans un état tel qu'elles avaient subi quelque décomposition.

§. 4. Matières gazeuses.

Les gaz dissous dans l'eau, et introduits avec la sève dans les végétaux, peuvent bien servir plus ou moins à sa nutrition, mais ne paraissent point y exercer d'action vénéneuse : ainsi, l'azote y pénètre en quantité considérable sous forme d'air atmosphérique. Le gaz hydrogène dissous dans l'eau n'a point été signalé comme poison, et semble assez inerte. Le gaz acide carbonique aspiré de cette manière par les végétaux, non-seulement ne les empoisonne pas, mais est un des élémens nécessaires de leur nutrition; tandis qu'appliqués à l'extérieur, ces divers gaz tendent à tuer les plantes avec plus ou moins d'activité. Cette différence est conforme à ce qui se passe dans le règne animal. L'azote, l'hydrogène et l'acide carbonique, ingérés dans l'estomac, y jouent le rôle de ma-

(1) Recherch. sur l'infl. de div. mat. sur la vie des plantes (en allem.), Tubing., 1826, in-8°.

(2) Ann. de Poggendorf, 1829, p. 153; Bull. sc. nat., 20, p. 95.

tières inertes, et le dernier de matière excitante; introduits, au contraire, dans les poumons, ils asphyxient l'animal plus ou moins rapidement. Or, les gaz absorbés par les racines des végétaux se rendent de même aux organes digestifs; et ceux qui agissent à l'extérieur représentent, à plusieurs égards, l'action de ceux qui agissent sur les organes respiratoires des animaux.

L'influence des gaz sur les racines a été observée par MM. Théod. de Saussure (1) et Marcet (2). Ils ont placé des plantes avec la racine dans un récipient clos plein de gaz, et la tige exposée à l'air libre.

Celles dont le récipient était plein d'air atmosphérique ont conservé leur santé pendant tout le temps de l'expérience, tandis que celles immergées par les racines dans des gaz hydrogène, azote, acide carbonique ou oxide nitrique, ont péri plus ou moins vite.

D'après M. de Saussure, de jeunes marroniers n'ont péri dans des gaz azote et hydrogène qu'au bout de treize à quatorze jours; et ceux dont la racine plongeait dans le gaz acide carbonique, sont déjà morts au bout de sept à huit jours.

M. Marcet a employé des haricots; il a trouvé qu'au bout de quarante-huit heures ceux dont les racines plongeaient dans l'air atmosphérique commencèrent à se flétrir; ceux dans l'hydrogène se flétrirent après cinq à six heures, et moururent au bout de quatorze à seize heures; ceux dans l'acide carbonique se flétrirent au bout de une ou deux heures, et moururent au bout de huit à dix;

(1) Rech. chim., p. 104.
(2) Mém. soc. Genève, 3, p. 62.

ceux dans l'acide nitrique se penchèrent au bout de six heures, et moururent au bout de douze; ceux enfin dans l'azote se penchèrent immédiatement, et, au bout de cinq heures, toutes les feuilles étaient fanées. Ces résultats, en partie contradictoires avec les précédens, sont peut-être dus à une disposition spéciale du haricot, ou à ce qu'on a été obligé, pour pouvoir clore hermétiquement le récipient, de comprimer ou de blesser la tige molle et herbacée du haricot, tandis que la tige ligneuse du marronier n'a pas souffert de cette opération.

J'avais jadis (dès 1798) fait des expériences analogues que je n'ai point publiées. Leur résultat général sur plusieurs espèces était que les plantes ont toujours péri beaucoup plus vite en ayant leurs racines dans le gaz acide carbonique que dans les gaz azote et hydrogène. Il m'avait paru, comme à M. de Saussure, que ces derniers gaz n'agissent sur le végétal qu'en tant qu'ils ne débarrassent pas ses racines du carbone surabondant, mais que l'acide carbonique exerce en outre une action spéciale et délétère. L'analogie avec ce qui se passe dans le règne animal donne une nouvelle probabilité à cette opinion. Elle se confirme encore par l'effet de ces divers gaz sur les tiges et les feuilles des végétaux : placées dans une atmosphère ou d'acide carbonique pur, ou qui seulement contient plus de 10 pour 100 d'acide carbonique, elles souffrent et périssent très-vite; mais dans l'azote et l'hydrogène leur mort m'a toujours paru plus lente.

Ces expériences ont quelques difficultés : 1° il faut que l'air atmosphérique ne pénètre pas au travers de la tige dans le récipient, et plus la tige est herbacée, plus ce passage est facile. 2° Il faut éviter que l'acide carbonique

qui se dissout toujours dans l'eau ne soit pas pompé par les racines; car alors il devient salutaire, et contrebalance l'effet qu'il a à l'extérieur. Les effets produits par les gaz sans oxigène libre tiennent certainement à ce que ces gaz ne peuvent pas enlever le carbone surabondant des parties colorées, ni fournir de l'oxigène aux parties vertes pendant la nuit; mais est-ce là leur seul effet ? Je serais tenté de le croire pour l'azote et l'hydrogène; mais quant au gaz acide carbonique, sans en avoir de preuve bien précise, sinon la rapidité ordinaire de son action, je suis porté à croire qu'il agit encore comme stupéfiant sur les végétaux.

Les gaz hydrogène carboné, phosphoré et sulfuré, agissent évidemment à la manière des vapeurs vénéneuses sur les végétaux. Le dernier de ces gaz, observé par MM. Turner et Christison (1), opère beaucoup plus lentement que les gaz acides : au bout de vingt-quatre heures seulement, les feuilles se fanent et pendent sans changer de couleur; puis la tige se fane, se courbe et meurt.

ARTICLE III.

Considérations générales sur les faits rapportés dans l'article précédent.

De la longue énumération dans laquelle nous sommes entrés, il résulte évidemment que presque toutes les matières vénéneuses pour les animaux le sont aussi pour les

(1) *On the effects of the poisonous gazes on vegetables*, in *Brewst., Edinb. Journ.*, janv. 1828, p. 140.

végétaux, et même que plusieurs matières sapides ou odorantes qui sont innocentes pour le règne animal, sont des poisons pour les plantes. Celles-ci ne semblent, pour la plupart, pouvoir aspirer sans danger que l'eau, les sels terreux insipides, l'acide carbonique et les gaz naturels dissous dans l'eau, les matières gommeuses et mucilagineuses, et quelques matières solubles animales très-étendues d'eau. Ce résultat général est conforme aux listes données par MM. Lefébure (1) et Vogel (2) des substances dans lesquelles la germination s'exécute ou ne s'exécute pas.

Si l'on essaie de comparer entre eux l'intensité d'action des divers poisons sur les végétaux, on est frappé de voir que cette échelle est fort différente de celle qu'on aurait dans le règne animal, et qu'elle ne se rattache à aucune classe spéciale de propriétés. Parmi les matières qu'il a employées, M. Gœppert établit la série suivante, où il commence par les plus actives :

L'acide prussique en vapeur, ou l'alcool sulfurique au même degré,
Les éthers,
Les huiles éthérées,
L'esprit de vin,
Les divers acides,
L'ammoniaque caustique,
L'acide prussique à 5 pour 100 d'acide pur,
Les sulfates de quinine et de cinchonine,
Le principe âcre des crucifères,

(1) Expér. sur la germinat., p. 62, 63.
(2) Journ. pharm., 1830, p. 405.

L'acide sulfuro-prussique (*sulpho-cyanicum*),
L'eau d'amandes amères,
L'eau de *prunus padus*,
L'eau de laurier-cerise,
L'eau de cannelle et autres eaux distillées aromatiques.

Il est difficile de comparer exactement l'intensité des poisons essayés par divers expérimentateurs, à des doses et sous des circonstances différentes. Mais, sans entrer dans ce détail, il est évident d'une manière générale que l'intensité d'action n'est point la même dans les deux règnes. Ainsi l'alcool, les éthers, les huiles éthérées, les eaux aromatiques, les matières amères, etc., qu'on peut à peine compter parmi les substances vénéneuses pour les animaux, puisqu'elles n'agissent à ce titre qu'à grandes doses, sont au nombre des poisons les plus actifs pour le règne végétal. Au contraire, les oxides de plomb et de zinc, qui sont vénéneux pour les animaux, le sont peu ou point pour les végétaux.

Une seconde différence remarquable entre les effets qu'on peut observer dans les deux règnes, est relative à ceci, que dans les animaux il est des poisons qui semblent agir par sympathie, et sans qu'on puisse croire qu'il y a action immédiate de la matière sur l'organe qui en ressent l'effet. Ce sont les véritables narcotiques. Ainsi de l'alcool ingéré dans l'estomac agit sur l'encéphale. Au contraire, dans les plantes, nous avons vu qu'on retrouve la matière vénéneuse en nature dans toutes les parties affectées, et le poison n'agit jamais que sur les parties qu'il atteint, comme le font les poisons âcres ou corrosifs chez les animaux : d'où on serait

tenté de croire que les matières qui sont vénéneuses pour les végétaux, altèrent toutes leur tissu d'une manière directe, et n'agissent pas réellement à titre de narcotiques.

Une troisième différence qui tient à l'extrême homogénéité du tissu végétal, comparé à la diversité des tissus d'un même animal, c'est que dans les végétaux un grand nombre de poisons de nature diverse agissent d'une manière semblable, tandis que dans les animaux les différens poisons attaquent des systèmes différens. Ainsi il est vrai de dire que les liqueurs caustiques déterminent une sorte de brûlure, la plupart des narcotiques un état d'affaissement ou de collapsus, les matières métalliques un état de dessiccation et de roideur; mais il faut convenir aussi qu'un grand nombre d'autres matières diverses entre elles, narcotiques et non narcotiques, déterminent un état de flaccidité très-uniforme. Or, dans le règne animal nous ne savons distinguer les trois grandes facultés vitales que par les matériaux organiques qu'elles affectent; et par conséquent, ne trouvant qu'un seul élément attaqué dans les végétaux, nous sommes disposés à tout rapporter à une seule faculté.

Aussi, quoique, malgré quelques contradictions, il me paraisse difficile de nier l'effet des narcotiques sur les végétaux, il est difficile d'admettre avec quelque affirmation, qu'ils y agissent comme sur les animaux, et de conclure de cette preuve isolée l'existence d'un principe nerveux dans les plantes, considéré comme distinct du principe de la contractilité. Il faut observer en particulier que les cellules des spongioles, qui, par leur contractilité, absorbent si facilement un grand nombre de

matières vénéneuses, ne paraissent douées d'aucune connaissance de leurs propres besoins, sans quoi elles feraient comme les animaux, même d'ordre inférieur, qui évitent, quand la chose leur est possible, d'ingérer des poisons. Que si l'on dit que la sorte de sensibilité qu'on admet dans les végétaux est dépourvue de la conscience d'elle-même, j'avoue alors que c'est une simple dispute de mots, et que je ne sais pas distinguer de la simple contractilité une faculté qui s'exerce dans les mêmes organes, et ne se connaît pas elle-même.

Lorsqu'on examine les faits d'empoisonnemens végétaux, on voit que les matières vénéneuses, liquides ou dissoutes dans un liquide, pénètrent des racines dans les vaisseaux; qu'elles laissent quelquefois sur ceux-ci des traces de leur passage par une coloration quelconque, mais ne les désorganisent pas; que leur principale action s'exerce sur les cellules, soit qu'elles atteignent celles de la tige en s'extravasant des vaisseaux, soit qu'elles montent par les méats intercellulaires; mais c'est surtout dans la partie du parenchyme des feuilles voisines des nervures que cette action s'exerce : les cellules deviennent ordinairement flasques, et paraissent perdre par leur action toute leur contractilité. C'est ce qu'on voit très-bien dans les plantes laiteuses, dont, après l'empoisonnement, le lait ne coule plus de lui-même; c'est ce que confirme l'examen anatomique des plantes empoisonnées, et la circonstance que l'action des poisons est toujours plus vive sur les cellules les plus jeunes, et sur celles qui ont combiné dans leur intérieur une moindre quantité de dépôts ligneux ou féculens, etc. Les mouvemens des feuilles, des étamines, etc., ont

essentiellement lieu dans les parties où se trouve du tissu cellulaire ou des vaisseaux en chapelet (qui sont évidemment formés de cellules placées bout à bout) : aussi ces mouvemens sont-ils arrêtés par presque tous les moyens d'empoisonnement qui ont été tentés sur les végétaux. L'action générale de ces poisons est toujours plus active sur les plantes ou les parties les plus herbacées, et moins intense sur les végétaux ou les organes ligneux.

Un grand nombre de matières dans les deux règnes agissent d'une manière différente, et qui semble contradictoire, à des doses diverses. Ainsi, dans les animaux, la plupart des narcotiques pris à petites doses sont des excitans ; il en est de même de plusieurs sels, tels que le nitrate de potasse, et même le muriate de soude, qui sont excitans ou vénéneux selon les doses. Ces cas sont plus rares dans les végétaux, mais paraissent aussi s'y rencontrer ; ainsi le muriate de soude et quelques autres sels analogues paraissent salutaires à très-petite dose, et nuisibles à dose plus forte. La contradiction que nous avons signalée entre les observateurs sur les effets de l'opium, pourrait bien tenir à cette cause : c'est cependant un point contredit par plusieurs, et qui mérite de nouvelles recherches.

Si l'histoire des empoisonnemens trouve une explication satisfaisante dans la théorie de la contractilité vitale des cellules, elle devient par cela même une preuve en sa faveur ; elle nous donne même une idée de la délicatesse des membranes végétales et de l'aptitude qu'elles ont à ressentir les impressions qui s'éloignent de leur état ordinaire. Nous trouverons encore

dans cette série de faits quelques confirmations des doctrines auxquelles nous sommes arrivés par une toute autre route.

L'un des faits les plus curieux qu'on ait observés à ce sujet, c'est l'empoisonnement des végétaux par les sucs qu'eux-mêmes ont produits. Ce fait s'explique facilement en considérant que les sucs narcotiques sont des sucs sécrétés par les plantes ; que toutes les sécrétions se font dans les cellules; que les cellules qui sécrètent un suc ne sont pas attaquées par lui, quelque âcre qu'il puisse être; mais si cette matière vénéneuse est portée par les méats intercellulaires sur d'autres cellules qu'elles imbibent par l'extérieur, alors elles agissent selon leur nature chimique. On a remarqué avec justesse que ce fait est semblable à ce qui se passe chez les serpens venimeux, qui conservent dans leur bourse à venin un poison terrible, et qui meurent lorsqu'ils se mordent eux-mêmes, ou que par inoculation on place leur venin dans le torrent de leur propre circulation. On confirmerait ce rapport, si on essayait d'empoisonner une ortie, par exemple, en lui faisant absorber par ses racines le suc même qu'elle sécrète dans ses glandes à venin.

En voyant combien est faible la quantité de poison nécessaire pour tuer une plante, on arrive, je pense, à mieux comprendre l'influence que nous avons attribuée aux excrétions des racines; ces excrétions, lorsqu'elles sont de nature âcre, comme cela a lieu dans les espèces à sucs laiteux ou résineux, sont de vrais poisons déposés dans le sol, et qui agissent comme tels sur les végétaux qui les absorbent, et d'autant plus qu'ils sont analogues à ceux qui les ont produits; car c'est une loi

générale, que les matières excrétées par un être organisé sont formées de celles qui nuisent à sa nutrition, et ne peuvent par conséquent lui servir d'aliment. Si, au contraire, ces matières excrétées sont de nature mucilagineuse, et c'est le cas dans les légumineuses, elles pourront servir utilement à la nourriture d'autres végétaux.

Je me hasarderai encore à indiquer un fait qui me paraît rentrer dans l'histoire des empoisonnemens. Tous ceux qui ont aimé la culture ont pu être frappés de la manière dont des plantes très-robustes, et même des arbres, sont tués en totalité par les courtilières, les vers de hannetons, et quelques autres larves. Si l'on examine cependant les racines qu'elles ont coupées, on trouve fréquemment que le mal n'est point en rapport avec la blessure, et que nous coupons souvent à certains végétaux des portions de racines bien plus grandes, sans que leur mort s'ensuive. Je soupçonne que ces larves ont les mâchoires trop faibles pour couper les racines sans chercher à les ramollir, qu'elles le font au moyen des sucs abondans que la plupart transsudent par leur bouche : ces sucs sont souvent âcres ou acides, et pourraient bien agir comme poisons sur les végétaux ainsi attaqués. C'est un soupçon que je livre aux entomologistes et aux chimistes, pour le vérifier ou le renverser.

Les poisons qui agissent à raison de leur absorption par les racines, ou par les surfaces foliacées, présentent une différence qui me paraît importante à noter, même sous le point de vue pratique. Les expérimentateurs ont remarqué que l'empoisonnement par les racines est d'autant plus actif que l'ascension de la sève est plus

vive, et qu'ainsi elle agit plus puissamment pendant le jour, et quand le soleil donne sur les feuilles, que pendant la nuit. L'inverse doit avoir lieu quant aux poisons en vapeur qui agissent sur les feuilles. Celles-ci n'absorbent, en général, de l'air *que pendant la nuit*, et, par conséquent, c'est alors que l'absorption des vapeurs ou gaz délétères doit s'exécuter avec le plus de force. Je présume que c'est dans la comparaison des effets de ces poisons, pendant le jour et pendant la nuit, que tient la contradiction fréquente qu'on trouve entre les effets des fabriques de produits chimiques sur la végétation, et les expériences faites pour en constater la réalité. Les cultivateurs, voisins des fabriques desquelles s'échappent des gaz hydrochlorique ou sulfureux, se plaignent que les végétaux soumis à cette action continue en souffrent, et finissent souvent par périr. Les fabricans répondent, d'après les expériences de MM. Turner et Christison, que la quantité de gaz délétère qui est habituellement dans l'air voisin des fabriques, est inférieure à celle qui tue les plantes; mais cet argument est loin d'être suffisant. En effet, 1° on n'a point encore de séries d'expériences propres à constater si une plante exposée pendant long-temps à un air qui contient une très-faible dose de poison, ne peut pas en souffrir, comme elle le fait à plus forte dose dans un moindre temps. 2° Ce n'est pas la moyenne des vapeurs ou gaz délétères qui mérite ici d'être notée, mais l'extrême de leur quantité. Si une plante est exposée, tous les huit jours, à une dose de poison suffisante pour l'altérer, peu importe que, dans l'intervalle, elle en reçoive une moindre dose. 3°. Lorsqu'on a voulu apprécier la quantité de gaz délétère mêlé dans l'air voisin des fabriques, c'est de

jour qu'on en a fait l'essai; mais, pendant le jour, la dilatation produite dans l'air par le soleil tend à élever les vapeurs, tandis que, pendant la nuit, elles retombent près de terre comme la rosée, comme les odeurs, etc., et peuvent d'autant mieux attaquer les végétaux, soit à titre de vapeur, soit en se déposant sur le sol. 4°. Enfin, l'absorption de ces vapeurs par les feuilles doit se faire presque entièrement pendant la nuit. Quoiqu'il y ait eu déjà bien des fois des expertises juridiques sur ce sujet, je crois donc qu'il n'a pas encore été apprécié comme il doit l'être dans les intérêts des cultures voisines des fabriques de produits chimiques ou des usines qui exhalent des gaz délétères. L'examen plus approfondi de cette question sera une conséquence pratique assez curieuse de la théorie des empoisonnemens des végétaux.

Ayant communiqué cette opinion à M. Macaire, il a bien voulu la soumettre à la vérification de l'expérience, et celle-ci l'a pleinement confirmée (1). Diverses plantes, exposées à de l'air mêlé d'un peu de chlore en vapeur, n'ont point souffert pendant le jour; mais ces mêmes plantes, exposées pendant la nuit, y ont flétri, et l'odeur de chlore a sensiblement disparu. Les mêmes résultats, avec de légères nuances, ont été obtenus de l'exposition de diverses plantes aux gaz acide nitreux, acide nitrique, hydrogène sulfuré, et acide muriatique, mêlés dans l'air à petites doses. Quelques végétaux très-robustes, tels que le chou, ont seuls résisté à l'action de ces vapeurs pendant la nuit. Ainsi, l'absorption des poisons gazeux se fait essentielle-

(1) Note communiquée à la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève, décemb. 1831.

ment à cette époque, et lorsqu'à l'avenir on voudra apprécier l'influence sur la végétation des vapeurs dégagées par les fabriques, ce sera pendant la nuit qu'il en faudra faire l'expertise.

CHAPITRE XIII.

De l'Influence que les animaux exercent sur les Végétaux.

ARTICLE PREMIER.

Introduction.

Les êtres organisés ne sont pas seulement soumis à l'influence que les milieux dans lesquels ils vivent, et en général les corps bruts, exercent sur eux; ils sont encore, les uns relativement aux autres, sous des influences réciproques, quelquefois avantageuses et très-souvent nuisibles.

Nous aurons à examiner d'abord l'action des animaux sur les végétaux. Cette action, quoique importante, ne devra pas être traitée ici dans tous ses détails; car les procédés divers par lesquels les animaux attaquent les plantes, le besoin qu'ils ont de s'en servir, et les résultats de cette action en ce qui les concerne, sont des questions de pure zoologie, et nous ne devons examiner réellement que les moyens très-faibles de résistance donnés aux plantes, et ce qui résulte, pour le végétal, de l'action des animaux.

Il faut encore observer que si on voulait traiter le sujet dans son intégrité, ce ne serait guère moins qu'un traité

sur les mœurs de toute cette moitié du règne animal qui vit sur les plantes ou qui s'en nourrit; ajoutons que s'il s'agissait d'un traité de botanique agricole, on pourrait réduire ce travail aux animaux qui attaquent les plantes cultivées; mais que dans un ouvrage général sur la végétation, il faudrait au contraire l'étendre à l'histoire entière des herbivores.

D'après ces considérations, auxquelles le sentiment de mon insuffisance m'a fait attacher encore plus de prix, j'ai cru que je devais chercher à réduire ce chapitre dans les limites les plus étroites : je me bornerai donc à examiner les divers points de vue généraux sous lesquels les animaux influent sur la santé des végétaux, et à indiquer pour chacun d'eux comment les plantes, dépourvues comme elles le sont de tout moyen d'action, peuvent plus ou moins résister à cette influence ou la corriger. Je n'ai point la prétention d'indiquer, et à beaucoup près, tous les cas qui se rapportent à chaque mode d'action, mais simplement d'en citer quelques-uns comme exemples pour me faire comprendre.

Ce sera moins une histoire que l'esquisse d'une histoire que je me propose d'offrir à mes lecteurs ; j'ai même fait en sorte de ne point oublier que ce sont les végétaux, et non les animaux, qui doivent paraître au premier plan de cette esquisse.

Ceux qui désireront des détails plus circonstanciés sur ce sujet mixte entre la zoologie et la botanique, en trouveront dans les ouvrages d'entomologie, et notamment dans les suivans :

Réaumur, *Mémoire pour servir à l'histoire des insectes*, 6 vol. in-4°, 1734-1747;

De Geer, *Mémoire pour servir à l'histoire des insectes*, 7 vol in-4°, 1752-1775;

Plenck, *Pathologie des plantes*;

Bosc, article des *Insectes*, dans le *Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle*;

Brez, *Flore des insectophiles*, 1 v. in-8°. Utrecht, 1791.

Bayle-Barelle, *Saggio sull' insetti nocivi*;

Gené, *Sugli insetti nocivi*, in Mor., *Bibl. agrar.*, *tomo* VII;

et une foule de mémoires particuliers sur un grand nombre d'animaux, considérés, soit sous le rapport des ravages qu'exercent certains genres, tels que les fourmis, étudiées par M. P. Huber, le myroxyle du pommier, par M. Blot, la *geometra frumata*, par M. de Dompierre (1), etc., etc., soit sous le rapport des ennemis qui attaquent certains genres de plantes, tels que les ennemis de l'olivier, décrits par MM. Risso (2) et Angelini (3), ceux des céréales par M. Tessier, etc., etc.

ARTICLE II.

De l'influence des Animaux considérés dans leurs mouvemens.

§. 1. Des animaux qui attaquent les végétaux pour s'en nourrir.

Plus de la moitié des animaux se nourrit de matières végétales; et dans la série de ceux qui se nourrissent d'animaux, la plupart recherchent ceux qui vivent eux-

(1) Feuille du canton de Vaud, 2, p. 65.

(2) Des insectes nuisibles à l'olivier, in-8°. Nice

(3) *Bibl. italiana*, 1825, p. 376.

mêmes de plantes; ainsi, le règne végétal, considéré dans son ensemble, est un vaste laboratoire, où une vaste association d'êtres par lesquels la matière brute est sans cesse transformée en matière organique, et devient par-là propre à soutenir la vie du règne animal, tandis que celui-ci, immédiatement ou médiatement, vit tout entier aux dépens du règne végétal, et serait, sans lui, incapable de maintenir sa propre existence. On conçoit, d'après cette observation générale, combien les moyens divers par lesquels les animaux dévorent les végétaux, doivent être actifs et variés.

Le moyen le plus universel de nutrition des animaux est qu'ils se nourrissent du feuillage ou des parties foliacées des plantes : ainsi, la plupart des mammifères et des insectes dits herbivores vivent en rongeant ces parties molles et délicates, tantôt en dévorant les jeunes pousses et les feuilles, comme le font les ruminans, tantôt en rongeant les feuilles seules, comme les larves des hannetons ou des bombyx, tels que celui qui, si célèbre sous le nom de ver à soie, attaque les mûriers, le *B. graminis*, qui ravage les prairies aux environs de Mittau, etc.; quelques-uns en attaquant seulement les bourgeons, comme les forficules. Certaines plantes délicates sont totalement détruites par cette action des animaux dévorateurs; mais le mal porte souvent son remède avec lui : ainsi, les troupeaux qui dévorent les graminées, s'ils leur nuisent en retranchant des parties déjà développées, forcent la partie inférieure de la souche à produire de nouvelles tiges ou de nouvelles branches, ou, comme disent les agriculteurs, les forcent à taller. C'est par cette action nouvelle, imprimée aux germes latens près du

collet, que la dent des animaux herbivores, comme la faulx du cultivateur, tend à rendre les prairies plus touffues, et corrige ainsi le mal qu'elle fait. Il en est de même de l'action des insectes qui se nourrissent de feuilles ; sans doute, si leur action est très-grande ou très-continue, ou surtout si elle s'adresse à des plantes très-jeunes, il peut en résulter la mort de plusieurs individus; mais il arrive souvent aussi que l'enlèvement des feuillages force les bourgeons situés à leur aisselle à se développer, et corrige ainsi le mal qu'il a fait : c'est ainsi qu'après que les hannetons ont détruit les premières feuilles des chênes, ou les vers à soie celles du mûrier, on voit les bourgeons latens à leur aisselle se développer et reproduire de nouvelles branches ou de nouvelles feuilles. Les attaques les plus redoutables sont celles des animaux qui, tels que les forficules ou perce-oreilles, dévorent les bourgeons des plantes; encore cet effet n'est réellement très-grave que si leur nombre est fort grand; car le nombre des bourgeons d'un arbre est toujours tellement considérable, qu'une grande partie d'entre eux ne doit pas se développer. Dans le cours ordinaire des choses, ce sont les bourgeons supérieurs d'une branche qui sont destinés à pousser, et qui, par leur action prépondérante, épuisent les inférieurs; si quelques-uns de ces bourgeons privilégiés par leur position sont dévorés, il n'en résulte guère autre chose, sinon que l'un de ceux qui auraient péri par leur action se développera à sa place. Les chèvres qui dévorent les jeunes pousses déjà développées, font, sous ce rapport, plus de mal aux arbres, soit en les déformant, soit parce qu'il arrive souvent que leur action est assez tardive pour que

de nouveaux bourgeons n'aient pas le temps de se développer dans l'année.

Les jeunes plantes qui sortent de leurs graines, et qui ont encore leurs cotylédons, sont celles qui ont le plus à redouter l'attaque des animaux, soit à cause de leur petitesse qui les rend plus faciles à atteindre, soit à cause de leur consistance plus molle, soit à raison de la grande abondance des sucs mucilagineux, gommeux et sucrés, qu'elles renferment : ainsi les escargots et les limaces mangent un grand nombre de plantes germantes; ainsi le turneps et plusieurs autres crucifères sont attaqués à leur naissance par divers insectes.

Les animaux qui dévorent les racines des plantes, et qui méritent le nom de *radicivores*, tels que les larves des hannetons, des courtilières, sont beaucoup moins nombreux que les précédens, paraissent y exercer une action moindre, mais sont en réalité presque tous plus dangereux. Cette plus grande intensité d'effet des morsures faites aux racines des plantes vivantes, paraît tenir à des causes faciles à apprécier : 1° la position des racines des rhizomes, des bulbes, et en général des parties souterraines ou submergées, fait que lorsqu'elles perdent leur épiderme qui les protége contre l'humidité, elles sont beaucoup plus sujettes à la pourriture que les tiges ou les feuilles, dont la blessure peut se dessécher à l'air. 2° La racine est bien plus fréquemment que la tige, et surtout que les feuilles, un organe unique, au moins à son origine, et dont il est difficile de remplacer immédiatement l'action. 3° Il est vraisemblable, comme je l'ai indiqué au chapitre précédent, que divers insectes transsudent pour corroder les racines des sucs de nature

ûere, qui, absorbés par celles-ci, agissent comme de vrais poisons: je ne puis, du moins, concevoir sans cette hypothèse la mort rapide qui suit certaines blessures des racines par les larves de certains insectes, quoiqu'elles soient souvent moins étendues que celles que les jardiniers font aux arbres en les transplantant.

Un grand nombre d'animaux des classes des mammifères, des oiseaux, des insectes, etc., dévorent, pour s'en nourrir, les parties charnues des fruits; on les nomme spécialement *frugivores :* tels sont les singes, les grives, les limaçons, les fourmis, etc. Cette action paraît grave à l'homme dans l'intérêt de ses jouissances, parce qu'elle le prive souvent des objets mêmes pour lesquels il a cultivé certains végétaux; mais si on la considère dans ses rapports avec le végétal lui-même, cette action est en réalité peu redoutable. La partie charnue des péricarpes est destinée à la destruction; et si les animaux, en la dévorant, attaquent quelquefois les graines et détruisent ainsi l'espérance de la reproduction, il faut avouer qu'il arrive souvent aussi qu'en libérant la graine de son enveloppe, ou en la transportant çà et là, ils facilitent sa dissémination ou sa germination: c'est ainsi que les oiseaux tendent à la multiplication du cerisier ou du gui, précisément parce qu'ils mangent leurs fruits.

Il est enfin des animaux appartenant aux mêmes classes que les précédens, qui se nourrissent exclusivement des graines des plantes, et que par ce motif on nomme *granivores:* tels sont les écureuils, les moineaux, les charançons, etc. Les graines que ces animaux attaquent sont en général celles dont les cotylédons ou l'albumen renferment une quantité un peu considérable de

nourriture (fécule ou huile fixe), accumulée par la plante-mère pour le développement futur de l'embryon: l'instinct des animaux les porte à s'emparer de cette nourriture accumulée par la plante pour sa progéniture, comme nous le faisons nous-mêmes pour les graines alimentaires, et comme nous le faisons à l'égard des animaux eux-mêmes quand nous mangeons leurs œufs. Dans cet état de guerre continuelle des êtres organisés, la destruction que les animaux font des graines est sans doute fort redoutable pour les plantes; mais il faut remarquer que dans l'état de nature, les graines sont toujours produites en nombre fort supérieur à celui des plantes dont le développement serait possible. Sur la multitude des semences qui pourriraient en terre, qui se dessécheraient à l'air, ou qui germeraient dans des localités impropres à nourrir la jeune plante; sur cette multitude, dis-je, de graines condamnées à la destruction, si un certain nombre est dévoré par les animaux, l'effet est peu sensible sur la masse, et peut, dans certains cas, être compensé par l'engrais que ces mêmes animaux apportent autour des plantes. Mais l'homme ne traite point cette question d'une manière si désintéressée, et quand il voit le hamster ou le rat-économe amasser une quantité considérable de grains pour sa nourriture, quand il voit le moineau dévaster ses moissons, quand il voit le charançon s'introduire dans ses greniers et dévorer les grains destinés à sa nourriture, etc., il n'est point disposé à se contenter de raisonnemens philosophiques sur l'équilibre de l'univers; il range cet accident au nombre des plus redoutables dont les végétaux soient atteints; il ne s'en console point en pensant que c'est lui-même qui,

en multipliant les graines, a multiplié les charançons; mais il lutte avec sa raison contre l'instinct des animaux; et comme dans toutes les luttes il est tantôt vaincu, tantôt vainqueur, les détails de cette lutte sont du ressort de la zoologie et de l'agriculture.

Ce n'est pas seulement en les dévorant que les animaux se nourrissent aux dépens des plantes; il en est qui le font en suçant leurs sucs : tels sont un grand nombre d'insectes, nommés *suçeurs* d'après cette manière de vivre. Les uns, tels que les cochenilles, par exemple, s'appliquent sur l'écorce, détournent à leur profit une partie des sucs les plus élaborés, et tendent ainsi à épuiser certains végétaux, soit en attaquant l'écorce des branches, comme le *coccus hesperidum* ou celles des racines, comme le *coccus scleranthi*. L'action de ces animaux est en général assez lente, et ne commence à devenir redoutable que lorsque leur nombre est considérable. Les pucerons, les mizoxyles, etc., paraissent épuiser aussi les parties herbacées des plantes en en pompant le suc : tel est en particulier le puceron lanigère ou mizoxyle du pommier, qui depuis 1821 a fait de si grands ravages sur les pommiers de l'ouest de la France (1). Quelques fourmis, et notamment la fourmi saccharivore, sont très-avides de sucs sucrés, et déterminent des ravages considérables dans les cultures de cannes à sucre. Il est douteux si l'on doit placer ici cette maladie de la *cloque* du pêcher, c'est-à-dire, cette frisure irrégulière de leurs feuilles qui a lieu en été, et que les uns attribuent à l'action des

(1) Voy. les rapports des soc. d'agriculture de Rouen, de Caen, de Bordeaux, et le Mém. de Bosc dans les Ann. d'agric.

pucerons, et d'autres à des modifications brusques dans la température, et où enfin quelques-uns pensent que nous confondons deux maladies distinctes (1).

Il y a d'autres insectes qui pompent des sucs naturellement destinés à être excrétés, et qui par conséquent ne font aucun mal aux végétaux qu'ils attaquent : tels sont, par exemple, les nombreuses espèces d'hyménoptères et de lépidoptères qui pompent le nectar des fleurs; il paraît même qu'ils sont quelquefois utiles, en déterminant dans les étamines ou les pistils des secousses qui facilitent l'acte de la fécondation.

Jusqu'ici j'ai considéré l'action des animaux qui dévorent les végétaux comme nuisible, en tant seulement qu'elle détruit des organes formés; mais elle nuit souvent sous d'autres rapports, comme, par exemple, en y déterminant des secousses ou des déchiremens partiels : ainsi, les ruminans qui n'ont des incisives qu'à la mâchoire inférieure, font plus de mal aux végétaux qu'ils mangent, que les solipèdes, parce que ceux-ci ayant des incisives aux deux mâchoires, coupent plutôt qu'ils n'arrachent ou ne déchirent les tiges qu'ils attaquent, et y déterminent par conséquent moins de secousses qu'eux.

§. 2. Des animaux qui attaquent les végétaux pour s'en nourrir et s'y loger.

Les animaux qui cherchent à la fois dans les plantes le *vivre* et le *couvert*, sont bien moins nombreux que les précédens; mais ils sont souvent très-redoutés, soit parce

(1) Voy. Bull. sc. agr., 8, p. 110.

qu'ils attaquent des parties intérieures d'ordinaire plus importantes, soit parce que, cachés dans leurs cavités, ils échappent plus facilement à nos recherches.

C'est à cette division qu'appartiennent, 1° les larves mineuses qui, entre les deux cuticules des feuilles, se creusent des chemins tortueux en dévorant le parenchyme, et en respectant les cuticules qui leur servent d'abri.

2°. Il est un grand nombre de larves de teignes qui enlèvent la cuticule ou l'épiderme des végétaux pour s'en faire un étui, et qui, ainsi abritées, dévorent à leur aise le parenchyme de ces plantes : telle est, en particulier, cette espèce nommée *teigne à falbalas* par Réaumur, qui vit sur l'*astragalus glycyphyllos*, habillée de sa cuticule et nourrie de son parenchyme.

3°. Les larves de plusieurs insectes qui se développent dans les fruits ou dans les graines mangent le mésocarpe, l'albumen ou l'embryon, en conservant intactes les enveloppes qui les cachent à la vue de leurs ennemis : telles sont les espèces de bruchus, qui attaquent les pois, les féves, etc.

4°. Les larves des dermestes et de plusieurs autres coléoptères qui naissent sous l'écorce, se nourrissent ou du cambium, ou du jeune aubier, ou surtout du liber, et se multiplient quelquefois au point de rompre toute communication entre le corps ligneux et l'écorce, et de faire tomber celle-ci. Avant cette époque, on reconnaît la présence de ces animaux par le son creux que rend l'écorce lorsqu'on la frappe. Les pics se servent de ce critère pour reconnaître la place de ces larves sous l'écorce.

On (1) assure que le lavage extérieur de ces troncs avec de l'eau de chaux suffit pour détruire les larves du *scolitus destructor* qui attaque l'orme, et il en serait probablement de même pour plusieurs autres larves.

5°. Les larves de diverses espèces d'insectes qui s'introduisent ou dans le canal médullaire, ou dans la cavité centrale des graminées, y dévorent en sûreté toute la partie la plus délicate de ces végétaux.

6°. Il est certains insectes suceurs, tels que les pucerons, qui, en pompant le suc des feuilles et des écorces, déterminent des courbures, des excroissances ou des callosités, dans lesquelles ils vivent en sociétés nombreuses, nourries par le suc de la plante, et abritées par la tumeur qu'ils ont déterminée : les saules et les peupliers offrent souvent ce genre d'accident. Les maladies décrites sur le raifort par Marchant (Ann. acad. de Paris, 1709), et que Ré nomme *verrucosité des feuilles* (*Nos. vég.*, 339); celles qu'on voit souvent sur les feuilles de l'ormeau, et que Plenck et Ré désignent sous le nom de *follicules charnus* (Ré, *Nos. vég.*, p. 340), et probablement les petites boursouflures qu'on voit sur l'écorce des oliviers, et que l'on désigne sous les noms de *rogne* ou de *gale* de l'olivier (Ré, *Nos. vég.*, p. 340), etc., etc., paraissent rentrer dans ce genre d'altérations.

Il est même des animalcules microscopiques qui se développent, on ne sait comment, dans certaines graines : tels sont les petits vibrions (*vibrio tritici*), qui naissent quelquefois dans le grain de blé, et développent la mala-

(1) Leroy, Ann. soc. d'hortic. de Paris, 2, p. 368.

die connue sous le nom de *blé rachitique* ou *rachitisme* (1), ou de *blé enniollé*, etc. Le grain est plus court et plus ventru qu'à l'ordinaire; sa surface est d'un vert brun luisant : lorsqu'on en soumet des fragmens sous le microscope, on le trouve comme farci de petits animalcules que, d'après leur forme, les premiers observateurs avaient nommés *anguilles* du blé rachitique. M. Bauer (2), qui a récemment étudié ces vibrions du froment, assure que, soumis à la sécheresse, ils deviennent immobiles, puis, que, par l'humidité, ils reprennent leur mouvement, même au bout de six ans d'immobilité. Il les a fait développer à volonté dans des plantes de blé, en les inoculant par une incision dans la rainure du grain à sa germination. J'ai vu quelquefois les grains d'un même épi de froment, les uns à l'état de blé rachitique, les autres à l'état de blé carié. Le développement du vibrion, ou la formation du blé rachitique, est plus abondante dans les années humides que dans les années sèches.

§. 3. Des animaux qui attaquent les végétaux pour y trouver un abri.

Des animaux très-divers entre eux rongent ou percent certains végétaux uniquement pour se former des cavités ou des abris à l'ombre desquels ils puissent braver leurs ennemis. Ainsi, plusieurs espèces de rats percent les

(1) Voy. Ré, *sulle malatie delle piante. Venezia*, 1807, p. 394. Rachitide; Lozana, *delle malatie del grano. Carmagnola*, 1811, p. 153-306, pl. 1.

(2) Ann. sc. nat., 2, p. 154.

bois pour s'y loger, tandis que les écureuils, les loirs, divers oiseaux et divers reptiles, profitent le plus souvent des cavités accidentelles qui peuvent s'y être formées pour y porter leurs provisions et y vivre à l'abri des dangers. On sait que le castor d'Amérique coupe, au contraire, les arbres près de leur base pour construire ces admirables digues qui lui permettent de mettre sa demeure à l'abri du cours des eaux.

Parmi les insectes carnivores, il en est aussi qui savent se former des demeures ou des abris aux dépens des végétaux. Ainsi, plusieurs espèces d'araignées plient, courbent ou déforment de diverses manières les feuilles des plantes pour s'y mettre à l'abri. Quelques-unes établissent leur demeure entre les barbes des blés.

§. 4. Des animaux qui attaquent les végétaux dans l'intérêt de leur progéniture.

On pourrait faire un livre tout entier pour énumérer les précautions variées par lesquelles les animaux savent préparer la vie, et pour ainsi dire les commodités d'une progéniture que les uns ne doivent pas connaître, et que les autres doivent méconnaître peu après leur naissance. Ce triomphe si remarquable de l'instinct s'exerce souvent aux dépens de la santé des végétaux.

Un grand nombre d'oiseaux recueillent divers organes des plantes, tels que des feuilles, des pailles, des duvets, etc., pour en former leurs nids; mais ce genre d'action influe très-peu sur les plantes.

La nombreuse classe des insectes produit sous ce rapport des faits qui méritent beaucoup plus d'attention.

1° Plusieurs hyménoptères et les cynips ou les diplolèpes en particulier, sont munis d'une tarière au moyen de laquelle ils percent les parties foliacées ou corticales des végétaux pour y déposer leurs œufs. L'action de cette tarière agit sur le tissu végétal de manière à y faire naître une excroissance connue sous le nom de *gale* (1). Ce qu'il y a de merveilleux dans ce phénomène, c'est que, quoique les tarières des divers cynips ne nous paraissent pas très-différentes les unes des autres, les excroissances qui résultent de leurs piqûres sont très-diverses entre elles, et cependant très-constantes dans leurs formes. Que l'on compare ces gales rameuses, hérissées, verdâtres, qui portent le nom de *bédéguars* (2), et qu'on observe sur les rosiers, avec la gale shérique, lisse, indivise et blanchâtre, qui est si commune sur le chêne, et on aura une idée de la diversité des résultats de la piqûre de deux diplolèpes. Dans cette comparaison, une partie du résultat pourrait être attribuée à la diversité même des plantes piquées. Mais nous pourrons juger que l'action de l'insecte est beaucoup plus grande que celle de la plante, si nous comparons les deux gales les plus communes sur la feuille du chêne : l'une, produite par le diplolèpe des feuilles, est grosse comme un grain de raisin, sphérique, glabre, lisse et de couleur pâle; l'autre, quelquefois placée à côté d'elle, et produite par le *cynips numismatalis*, est un disque aplati, de la grosseur d'une lentille, d'une couleur rousse, et hérissé de poils. On a beau voir chaque jour des exemples de ces diversi-

(1) Voy. Ré, *Nosol. vég.*, p. 357, n. 11.
(2) *Ibid.*, n. 11.

tés, il est impossible de deviner comment des causes, en apparence si semblables, produisent des effets si différens et si constans.

2°. Un autre effet de la piqûre des insectes, tout aussi inexplicable que le précédent, est celui qui résulte de l'action des psylles. La psylle des joncs pique la sommité d'un jonc, et à la place des fleurs on voit se développer une multitude d'écailles foliacées ou embriquées qui forment une espèce de faux bourgeon, et qui remplacent les organes floraux. Un phénomène analogue, produit par la piqûre d'autres insectes, s'observe sur les saules, les sapins, etc. Les nosologistes lui ont donné le nom de *squammation* (1).

3°. Certaines piqûres d'insectes déterminent la simple tuméfaction de l'organe piqué sans production nouvelle ; ainsi, la *livia juncorum* pique l'ovaire du *juncus articulatus*, et celui-ci acquiert, par suite de cette piqûre, un volume trois ou quatre fois plus gros qu'à l'ordinaire, mais reste stérile (2) ; ainsi, la larve du charançon chlore, ou oscime du chou, pique les racines du chou, et y développe le gonflement que les Anglais connaissent sous le nom de *club*.

4°. Certaines piqûres faites sur les fleurs déterminent leur stérilité : ainsi, l'*acantia clavicornis*, lorsqu'il vient à piquer les fleurs des teucrium, les force à rester closes, décolorées et inféconde (3).

5°. L'action des piqûres sur un grand nombre de pé-

(1) Voy. Ré, *Nos. vég.*, p. 339.
(2) Ré, *ibid.*, p. 342.
(3) Ré, *ibid.*

ricarpes charnus, est remarquable en ce que, sans les altérer beaucoup dans leur forme ou leur grosseur, ou leurs autres qualités, elles y déterminent une accélération de maturité souvent très-remarquable : tout le monde a vu ce phénomène dans les poires et les pommes de nos vergers, qui, piquées par des insectes, ou, comme on dit, *verreuses*, mûrissent quinze jours ou un mois plus tôt que celles qui sont restées saines. On a réduit cette observation grossière en pratique utile dans la méthode connue sous le nom de *caprification des figuiers*, que j'ai décrite en parlant de la maturation des fruits, liv. III, ch. IV, §. 2.

L'effet physiologique des piqûres des insectes sur les plantes est évidemment un effet excitant, comme on le voit en général de toutes les piqûres. Cet effet excitant tend à expliquer et l'accélération de la maturité, et le grossissement de certains organes, et (quoique d'une manière plus vague) la multiplication des écailles foliacées, ou l'extravasion des sucs propres à former les gales et les bédéguars; mais, tout en l'admettant, nous sommes encore bien loin de comprendre la diversité de leurs formes.

Au reste, chacun sait que l'accélération de la maturité des fruits vérreux est en général accompagnée d'une diminution de volume, d'une altération de saveur, et que ces fruits perdent presque toute leur valeur par le séjour de ces vers et par leurs excrémens. On assure (1) qu'il suffit de les retirer des poires avec un canif dès qu'on les aperçoit, et que le fruit, débarrassé du ver, grossit et mûrit comme à l'ordinaire.

(1) Ann. soc. d'hortic. de Paris, 4, p. 48.

Une circonstance remarquable de l'histoire de ces piqûres, c'est que l'insecte paraît doué de la faculté de diriger sa tarière vers le point et à la profondeur nécessaire pour que l'œuf se trouve déposé dans l'organe qui peut lui fournir de la nourriture. Ainsi M. Berger a décrit un petit insecte (*ichneumon nigricornis Fabric.*) qui pond ses œufs dans l'ovaire de la pomme d'api pendant la fleuraison (1). Cet ovaire, tout petit qu'il est alors, renferme dix ovules, et on trouve toujours la jeune larve placée dans l'un de ces ovules. Est-ce que l'insecte qui a déposé l'œuf sait reconnaître au juste la place de l'ovule dans l'ovaire, ou que, lorsqu'il se trompe, son œuf ne peut se développer, et est à nos yeux comme s'il n'avait pas existé? Tout au moins il faut avouer que le plus souvent cet insecte est doué d'une adresse instinctive qui dépasserait nos moyens les plus délicats.

§. 5. Des accidens indéterminés dus aux mouvemens des animaux.

Dans tous les cas relatés aux quatre paragraphes précédens, les animaux ont agi sur les plantes dans un but déterminé, et pour ainsi dire sciemment; mais ils exercent encore sur elles d'autres genres d'actions plus vagues, et simplement à raison de masses mobiles. Ainsi, les gros animaux foulent aux pieds les plantes, ou les tuent en se vautrant sur elles; les taupes coupent leurs racines, non pour s'en nourrir, mais pour se frayer un passage; le cochon, le chien déracinent une foule de plantes en

(1) Bull. philom., an XII, n. 79.

fouissant le sol; l'*apus cancriformis* déracine le jeune riz par ses mouvemens vifs et rapides dans la vase, etc. Ces faits et autres analogues rentrent trop clairement dans ce que nous avons dit des chocs ou lésions mécaniques, pour qu'il vaille la peine de nous y arrêter.

ARTICLE III.

De l'influence des animaux, considérés dans leur nature chimique.

§. 1. Des Excrétions et Excrémens.

Indépendamment des effets de leurs mouvemens, les animaux ont une certaine action sur les plantes, à raison des matières qu'ils mettent en contact avec elles. Toutes les matières animales sont ou peuvent devenir utiles à la nutrition des végétaux. Celles qui sont de nature soluble et pas trop âcre deviennent immédiatement utiles lorsqu'elles sont dissoutes dans l'eau; celles qui sont lentes à se dissoudre, ou presque insolubles, telles que le cuir, ou de nature trop âcre, comme l'urine, finissent par devenir utiles lorsqu'elles ont été long-temps exposées aux agens qui peuvent tendre à les modifier ou à les dissoudre.

Parmi les excrétions âcres des animaux, il en est qui altèrent la santé des plantes soumises à leur action : ainsi l'urine des animaux brûle souvent les plantes qu'elle touche immédiatement. La bave ou salive des limaces enduit les plantes d'une espèce de vernis qui intercepte

l'action de l'air et nuit aux organes délicats. Les pucerons exsudent une sorte de suc gommeux et sucré qui recouvre les feuilles, et est connu sous le nom de *mielat :* on le classe parmi les maladies des plantes, parce qu'il arrête leur transpiration. L'acide excrété par les fourmis agit, comme tous les acides, d'une manière délétère sur les plantes qui sont placées sous son action, etc.

Il est au contraire quelques excrétions de nature plus douce qui servent à la nutrition des plantes : ainsi, l'eau dans laquelle on a lavé des laines, et qui s'est chargée du suint, est un engrais assez bon, comme le sont toutes les eaux chargées par une cause quelconque de matières animales.

Cet effet est surtout important quant aux excrémens des animaux, et surtout des animaux à sang chaud qui forment la base de tous les fumiers. Chacun sait combien leur action est importante, surtout lorsque l'industrie de l'homme recueille ces matières, les soigne avec intelligence, et les dépose en temps opportun dans le terrain. Une partie de cet effet s'obtient accidentellement dans l'état de nature, mais à un degré plus faible et plus irrégulier. On peut dire cependant que, même dans la nature livrée à elle-même, cette influence du règne animal compense une partie des ravages qu'il exerce sur le règne végétal. Quant à l'histoire générale des engrais, *voyez* liv. V, chap. X.

§. 2. De la Décomposition des matières animales.

Enfin la mort finit tôt ou tard par ôter aux animaux le moyen de résister à l'action des corps extérieurs, et les matières dont ils sont composés rentrent parmi les corps

bruts, et décomposables par les simples forces de la chimie. Ces matières se dissolvent, se décomposent dans le sol, et y servent d'engrais plus ou moins actifs. Tout le monde connaît cet effet quant aux grands animaux; mais cette amélioration du sol s'exerce à toutes sortes de degrés par les animaux de toutes les classes. On a même observé que les eaux qui renferment des animalcules infusoires microscopiques, sont plus favorables à la végétation que les eaux qui en sont privées. Ainsi, les animaux qui pendant leur vie sont si souvent des ennemis redoutables pour les plantes, finissent, à leur mort, par leur rendre, sous forme d'engrais, une partie de la nourriture qu'ils en ont reçue. C'est un des sujets les plus curieux de méditation que cet équilibre qui s'établit entre les deux règnes organiques, et qui les rend réciproquement utiles l'un à l'autre. Nous avons déjà vu que la respiration animale fournit l'acide carbonique utile aux végétaux, tandis que la respiration végétale fournit le gaz oxigène dont les animaux ont besoin. Nous venons de voir les animaux tirer un parti immense des végétaux pour fournir à leur nourriture et à tous leurs autres besoins; mais nous les voyons aussi, par leurs diverses excrétions pendant leur vie, et par leur décomposition à leur mort, fournir des élémens essentiels à la nutrition des plantes: de telle sorte que, bien qu'il fût facile de concevoir l'existence du règne végétal sans la présence d'aucun animal, et peut-être impossible de comprendre celle du règne animal sans la présence des végétaux, il faut avouer que ces deux grandes classes d'êtres se rendent des services réciproques, et concourent puissamment à maintenir l'équilibre de l'univers.

Malgré ces considérations, il ne sera pas hors de propos, ni contradictoire à ce que je viens de dire, d'examiner, dans l'intérêt de l'homme, les moyens généraux de préserver les plantes cultivées de l'action des animaux nuisibles. C'est ce que je ferai dans l'article suivant, où je prendrai pour guides principaux les ouvrages de Bayle-Barelle et de Gené, que j'ai cités en tête de ce chapitre.

ARTICLE III.

Des moyens généraux de préserver les plantes utiles à l'homme contre les animaux nuisibles.

Les moyens généraux de préserver les cultures contre les animaux qui les attaquent, peuvent se réduire à quelques classes (1) que la zoologie et l'agronomie pratique doivent étudier avec détails, mais que je me bornerai à indiquer :

1°. La tranquillité et la sécurité sont pour presque tous les animaux des circonstances qui favorisent leur développement ; d'où résulte que l'existence de grands espaces abandonnés à eux-mêmes, et situés près des lieux cultivés, sont au nombre des causes qui nuisent à la culture : ainsi, les forêts sont les repaires d'une foule d'animaux nuisibles, depuis le sanglier qui vient déraciner les plantes, jusqu'aux hannetons qui les dévorent. Les dunes ou grands espaces sablonneux, les prairies abandonnées à elles-mêmes, recèlent de même des légions d'animaux

(1) Gené, *Ins. noç.*, p. 295.

nuisibles qui se jettent sur les terrains cultivés dès qu'une cause quelconque a favorisé leur développement : c'est par cette cause générale que s'explique le peu d'influence qu'ont sur la destruction de ces animaux l'échenillement et tous les autres moyens partiels d'attaquer les animaux nuisibles. Une conséquence du même principe, c'est que toutes les méthodes qui tendent à laisser long-temps certaines terres sans culture, sont des méthodes propres à favoriser le développement des animaux nuisibles.

2°. La plupart des insectes qui attaquent les végétaux ne peuvent vivre que sur une espèce de plante, ou tout au moins sur des espèces qui appartiennent au même genre ou à la même famille naturelle. C'est une observation que j'ai développée ailleurs (1). Considérée sous le rapport qui nous occupe ici, il est évident que si sur un terrain donné on fait succéder des plantes congénères, elles y trouveront les œufs ou les larves des insectes qui y ont vécu l'année précédente et en seront facilement infestées. Si, au contraire, et comme le commandent d'autres motifs plus puissans, on fait succéder des plantes de familles différentes, celles d'une année ne pourraient être attaquées par les insectes de l'année précédente qui ne peuvent s'en nourrir : il faudra un certain temps pour que les insectes viennent d'une autre place, et pendant ce retard les plantes soustraites à leur action auront le temps de prospérer.

3°. La conservation près des lieux habités ou cultivés de troncs d'arbres pourris est une cause qui tend quel-

(1) Essai sur les propriétés des plantes comparées à leurs formes extérieures, 1re édit., 1804 ; 2e édit., 1816.

quefois à propager dans les plantes voisines les insectes qui les attaquent. M. Gené cite pour exemple un vieux tronc de tremble qui infesta de buprestes toute une plantation voisine.

4°. La mauvaise conservation des grains et autres produits de l'agriculture est encore une cause qui maintient auprès des lieux cultivés des foyers d'infection qu'on a ensuite bien de la peine à détruire.

5°. La destruction irréfléchie des animaux, et notamment des oiseaux et mammifères insectivores, est une des causes qui favorise le plus le développement des insectes nuisibles. Les Égyptiens révéraient l'ibis et l'ichneumon comme animaux sacrés, parce qu'ils détruisaient les ennemis des récoltes, et il serait à désirer que dans tous les pays civilisés on respectât les animaux analogues, tels que le hérisson destructeur des limaces, des cantharides et des vers, la fourmi destructive de la chenille du riz, et une foule d'oiseaux qui vivent d'insectes granivores. Richard Bradley a calculé, dit M. Gené, qu'une paire de passereaux détruit dans une semaine 3360 individus de bruches. Les oiseaux insectivores sont aussi les gardiens naturels de nos récoltes.

6°. Un grand nombre d'insectes destructeurs vivent sur les écorces, abrités, soit sous les lichens ou les mousses, soit sous l'épiderme ou dans les gerçures de l'écorce. On se trouve bien sous ce rapport de brosser les écorces ou de les laver avec de l'eau de chaux et d'autres matières âcres, pour détruire ces repaires. Mais on emploie en Normandie un procédé plus actif, qui y est connu sous le nom de *coulinage* : il consiste à passer rapidement, et à plusieurs reprises, des torches enflammées

de glu ou de matière résineuse et de graisse (dites *coulines*) (1), sur l'écorce des pommiers, à l'époque de l'année où ceux-ci sont dépouillés de feuilles; on brûle ainsi les fausses parasites, les insectes, les œufs, etc., sans que l'arbre en souffre le moins du monde; à Noël, les enfans le font par forme de réjouissance. Ce procédé mériterait d'être plus répandu.

7°. On peut employer l'action de plusieurs matières chimiques assez actives pour tuer ou écarter les insectes, mais pas assez pour tuer la plante : ainsi, un mélange de soufre et de chaux détruit les limaçons; des mélanges de chaux vive, de suie et d'urine, en dégageant de l'ammoniaque, écartent divers insectes (2); la fumée ou l'infusion de tabac, l'eau de chaux et une foule de matières analogues ont rendu quelques services pour certaines cultures. La poussière de charbon écarte ou détruit les insectes qui attaquent les oignons et les racines du chou.

8°. Enfin, on ne saurait trop encourager les gouvernemens à favoriser l'activité des cultivateurs pour détruire directement les animaux eux-mêmes, soit en abolissant les lois de chasse qui les empêchent de tuer les animaux nuisibles, tels que les lapins, les pigeons, etc.; soit en ordonnant par voie de police la destruction des chenilles, des hannetons, et en général des animaux qui, à de certaines époques, se multiplient en grand nombre; soit en répandant parmi les cultivateurs les instructions spéciales propres à indiquer les moyens d'attaquer, selon ses mœurs,

(1) Voy. Mém. de la soc. d'agric. de Caen, 1830, p. 311 et 354.

(2) Davy, Chim. agr., 1, p. 264.

chaque espèce d'animal nuisible; soit en donnant des récompenses à ceux qui apportent une certaine quantité de ces animaux, comme on le fait dans plusieurs pays pour les loups, les sangliers, etc., dans quelques parties de la Suisse pour les hannetons, à l'Isle-de-France pour les rats, et, comme le pacha d'Acre vient de le faire, en donnant une récompense à ceux qui apportent des œufs de sautorelles (1).

La cause qui a rendu jusqu'ici peu fructueux les efforts de l'homme contre les animaux nuisibles et les mauvaises herbes, c'est que chacun, frappé du mal présent, a attaqué l'espèce qui lui nuisait dans un point donné, tandis que son voisin en attaquait une autre. Il serait préférable, si la chose était possible, que tous les efforts d'un grand pays se tournassent à la fois contre une même espèce d'animal ou surtout de plantes nuisibles, de manière à en détruire les œufs ou les graines. Alors on pourrait en attaquer d'autres graduellement, et on diminuerait ainsi sensiblement leur nombre; tandis qu'aujourd'hui chaque champ, chaque territoire rend à son voisin les animaux ou les herbes que celui-ci s'était donné la peine de détruire chez lui. Ainsi, l'industrie se trouve découragée; et, pour vouloir attaquer à la fois toutes les espèces, on reste en réalité toujours en face du même nombre d'ennemis.

Au reste, il faut ajouter ici que si des combinaisons

(1) Asiat. journ., 1827, p. 480. On attaque la sauterelle, dans la Camargue, en disposant des pièces de toile terminées en sac, où on les pousse. M. Miollis en a détruit de cette manière 24000 hectolitres en 1825. (Rivière, Mém. sur Camarg., 1826.)



spéciales d'influences atmosphériques développent de temps en temps dans un pays des légions d'une certaine espèce d'animal nuisible, d'autres influences tout aussi inconnues viennent aussi de temps en temps les détruire. Ce concours de circonstances atmosphériques, tantôt nuisible, tantôt favorable à l'agriculture, joue un grand rôle dans l'histoire de plusieurs insectes, et démontre fréquemment notre ignorance sur les phénomènes météorologiques, et la faiblesse de notre action sur les phénomènes naturels.

CHAPITRE XIV.

De l'Influence que les Végétaux parasites exercent sur ceux qu'ils attaquent, et de leur manière de vivre.

Lorsqu'il a été question de l'action des animaux sur les plantes, nous avons dû nous borner à des généralités, parce que l'histoire des animaux n'est pas du ressort de cet ouvrage; mais quand nous avons à examiner l'action réciproque des végétaux, nous devons nous étendre davantage; car l'attaquant et l'attaqué, le bourreau et la victime, sont l'un et l'autre du ressort de la botanique physiologique.

ARTICLE PREMIER.

Des Plantes parasites en général.

Si nous examinons l'action des végétaux vivans les uns sur les autres, nous les verrons presque toujours dans un état de guerre, plus lente et moins apparente sans doute que celle des animaux ou des hommes entre eux, mais très-continue et très-importante dans ses résultats. C'est l'étude de cette lutte des végétaux entre eux qui constitue une grande partie de la géographie botanique; nous devons la considérer ici sous un point de vue plus borné, savoir, son action sur la santé des végétaux.

Cette influence s'exerce par un parasitisme vrai ou faux, externe ou interne, par le simple rapprochement des plantes, ou par la nature des matières qu'elles exha-

lent. Nous passerons en revue ces divers objets, et nous consacrerons d'abord ce chapitre à l'histoire des plantes parasites considérées, soit en elles-mêmes, soit comme causes de maladies.

M. Ré (*Sulle malatie delle piante*, p. 290) réunit les effets généraux des plantes parasites sur les végétaux sous le nom de *strozzamento;* mais il en sépare, on ne sait pourquoi, quelques cas spéciaux dans sa classe des maladies indéterminées sous les noms de *nebbia*, *granospone*, *carbone*, *volpe*, etc.

On désigne populairement sous le nom de plantes parasites toutes celles qui vivent sur d'autres végétaux, et cette locution vague se retrouve souvent dans les livres des botanistes, où l'on voit fréquemment les épidendrées ou les tillandsia nommées parasites; mais les physiologistes ont besoin de mettre plus de précision dans les termes, et ils distinguent les plantes parasites et fausses parasites. Sous la première de ces dénominations, ils désignent toutes les plantes qui vivent sur ou dans d'autres végétaux vivans, et qui en tirent une nourriture plus ou moins élaborée. Sous la seconde, ils entendent celles qui vivent, il est vrai, sur d'autres végétaux vivans ou mourans, mais sans en tirer de nourriture autrement qu'elles ne le feraient d'un corps brut.

Les végétaux vraiment parasites peuvent eux-mêmes se classer sous deux grandes séries, savoir : ceux qui attaquent leurs victimes par l'extérieur, et ceux qui se développent dans l'intérieur même des plantes aux dépens desquelles ils doivent vivre. Les parasites externes eux-mêmes sont ou des vasculaires phanérogames, ou des cryptogames. Nous déduirons donc de ces divisions les bases de l'histoire abrégée de ces végétaux que nous de-

vons présenter ici. On se rappellera que, pour ne pas morceler cette histoire, nous avons rejeté dans ce chapitre et la manière de vivre des parasites, et les maladies qu'elles déterminent sur d'autres végétaux. Voici le tableau général des divers genres de parasitisme, que nous examinerons ensuite en détail dans les articles suivans.

PLANTES PARASITES.

PHANÉROGAMES.	FEUILLÉES ou CHLOROPHYLLES.	....		LORANTHACÉES.
	APHYLLES ou DÉCOLORÉES.	Radicicoles, ou vivant sur les racines.	Monobases.......	CYTINÉES, *Cynomorium*, etc.
			Polyrhizes.......	*Monotropa*, etc.
			Polystomes.......	*Lathræa*, etc.
		Caulicoles, ou vivant sur les tiges.....		*Cuscuta*.
CRYPTOGAMES.	SUPERFICIELLES.	Radicicoles, ou attaquant les racines..		*Rhizoctonia*.
		Folioles, ou attaquant les feuilles		*Erysiphe*, *Erineum*.
	INTESTINALES.	Biogènes, ou vivant sur les végétaux vivans.		*Uredo*, *Æcidium*, *Puccinia*, *Gymnosporandium*, *Spermædia*, etc.
		Nécrogènes, ou vivant sur les végétaux morts ou mourans................		Partie des espèces de *Sphæria*, *Xyloma*, *Hysterium*, etc.

ARTICLE II.

Des Parasites phanérogames.

§. 1. En général.

Toutes les parasites vasculaires ou phanérogames sont au nombre de celles qui attaquent les végétaux par l'extérieur; mais d'après leur manière de vivre elles se présentent sous deux divisions générales ou deux classes physiologiques.

1°. Il en est qui sont douées de tous les organes nécessaires à l'élaboration des sucs, savoir, de feuilles vertes, de vaisseaux, de stomates, etc., mais qui sont dépourvues de la faculté de tirer par elles-mêmes la sève de la terre, et qui manquent de spongioles et souvent peut-être de véritables racines : on pourrait les nommer parasites feuillées ou *chlorophylles* : tels sont les guis, et probablement tous les végétaux parasites de la famille des loranthacées. Ces végétaux singuliers reçoivent de l'arbre, sur lequel ils sont greffés par le bois, la sève à l'état d'eau peu ou point élaborée, et lui font subir dans leur propre tissu toutes les opérations ordinaires, et en particulier celles qui concourent à former la chromule verte (1). Je me suis assuré que, comme les autres végétaux, ils exhalent l'eau surabondante et décomposent l'acide carbonique par l'intermède de la lumière; mais si on place leur

(1) La chromule du gui paraît, d'après M. Winclair, être dans un état un peu différent de celle des autres végétaux. Voy. *Geiger, Mag. fur pharm.*, 1828, p. 174; Bull. de Féruss., sc. chim., 10, p. 354.

base dans de l'eau, ils n'en absorbent point ou presque point, tandis qu'au contraire, si on plonge dans l'eau une branche de pommier avec le gui qu'elle porte, elle absorbe de l'eau dans une proportion à peu près semblable à celle qu'elle tire avec ses propres feuilles. Le gui n'a donc pas lui-même la faculté de pomper l'eau du sol, au moins d'une manière analogue aux végétaux ordinaires, et il faut qu'un autre arbre la lui transmette : alors il sait l'élaborer pour son compte. Comme l'eau qui s'élève dans les végétaux dicotylédones est sensiblement de même nature dans tous, il se trouve que notre gui d'Europe, et, à ce qu'il paraît, la plupart des loranthacées, peuvent vivre sur diverses espèces d'arbres appartenant à une foule de familles.

2°. La seconde classe de phanérogames parasites est celle des végétaux *aphylles*, c'est-à-dire, qui sont décolorés, dépourvus de véritables feuilles, au moins à l'état foliacé et souvent même de trachées, de vaisseaux et de stomates (1), et qui par conséquent ne peuvent, au moins à la manière ordinaire, ni exhaler l'eau surabondante, ni décomposer le gaz acide carbonique, ni élaborer par eux-mêmes leur propre sève : telles sont les orobanches, les monotropes, les cytinées, etc. Ceux-ci doivent recevoir du végétal qui les porte une sève déjà élaborée en tout ou en partie; le mécanisme de cette opération est

(1) M. Rœper m'a montré quelques trachées et vaisseaux rayés déroulés dans l'*orobanche minor* et dans la cuscute. Il a aussi trouvé quelques stomates (mais rares, clos et peu développés) dans l'orobanche; mais il n'y en a aucun dans la cuscute, dans le raflesia, etc.

inconnu, sinon par ses résultats. La décoloration habituelle de ces végétaux ne tient point à l'absence de la lumière, car la plupart se développent en plein jour; la lumière ne les verdit point, mais les colore quelquefois en rouge ou en jaune. L'absence des trachées dans quelques parasites aphylles est très-remarquable en ce que ce sont les seules exogènes dans lesquelles cet organe manque: or, la structure des organes floraux ne permet pas d'écarter les parasites aphylles de cette classe. Le rôle des trachées paraît donc lié avec l'élaboration des sucs et non avec l'ascension, puisqu'elles manquent dans les végétaux qui reçoivent des sucs tout élaborés. Parmi ces parasites aphylles, il en est qui reçoivent toute leur nourriture de leur support : tel est le cytinus, qui est à la fois arhize et aphylle. Il en est d'autres qui n'en reçoivent qu'une portion, telles sont certaines orobanches, lesquelles, à leur état adulte, ont des racines qui aspirent l'eau de la terre et un pivot qui s'implante sur le support. Enfin, les unes, que je nomme *radicicoles*, sont parasites par leur base ou leur racine sur les racines des plantes : telles sont les cytinées, les monotropées, les orobanchées, etc., tandis que d'autres, telles que les cuscutes, aspirent leur nourriture au moyen des suçoirs latéraux de leur tige implantés sur les tiges des autres végétaux : je les désigne par ce motif sous le nom de *caulicoles*. Ainsi, lorsqu'une plante est dépourvue, soit des organes de l'absorption, soit de ceux de l'élaboration des sucs, elle ne peut exister que par le secours d'une autre plante qui supplée à ce qui lui manque.

Presque toutes les parasites phanérogames qui sont connues, au moins avec quelque précision, vivent sur

des plantes exogènes, et on comprend que les endogènes ayant les parties extérieures endurcies, soit par des dépôts siliceux, soit par des encroûtemens ligneux, et ayant leurs sucs essentiellement placés vers les parties intérieures, doivent être beaucoup moins susceptibles de nourrir les plantes destinées à les attaquer par l'extérieur. Les seules exceptions que je connaisse à cette règle sont : 1° une orobanche que M. Duby atteste avoir trouvée en Sicile, croissant sur les racines du chamœrops; 2° certaines graminées sur lesquelles les cuscutes s'accrochent quelquefois en enlaçant leurs feuilles; mais je doute qu'elles en tirent une véritable nourriture. Ce fait a lieu dans les champs mêlés de trèfle et de gramens, et il m'a paru que la cuscute s'accroche aux gramens comme à un point d'appui, pour atteindre à un autre pied de trèfle: du moins je n'ai jamais vu la cuscute s'établir sur des prés uniquement peuplés de graminées; et toutes les fois que j'ai tenté de la placer sur des endogènes, je n'y ai pas réussi. J'ai vu il y a une dixaine d'années le jardin botanique de M. d'Hauteville, près Vevey, infesté de cuscute (par suite de la chute, à l'entrée du jardin, d'un charriot de trèfle attaqué de cette parasite); elle avait attaqué les plantes d'une trentaine de familles exogènes et pas une seule endogène. J'avoue que ces preuves sont négatives, et par conséquent peuvent être facilement renversées par une observation directe qui serait contraire. Jusqu'à ce qu'on ait fait à ce sujet des observations positives, je dois admettre que les cuscutes ne vivent que sur les exogènes, ou très-certainement beaucoup plus facilement sur les exogènes que sur les endogènes.

Il y a même quelques raisons de douter s'il existe des endogènes vraiment parasites. Les épidendrées, les fougères, les aroïdes, les tillandsia, qu'on a souvent décorés de ce nom, sont certainement de fausses parasites. Mais en est-il de même des orchidées sans feuilles ? D'après les considérations présentées plus haut, je suis tenté de croire qu'elles sont parasites, au moins dans leur jeunesse. En effet, elles sont, comme les orobanches, dépourvues évidemment de la faculté d'exhaler l'eau surabondante et de décomposer le gaz acide carbonique, et doivent avoir besoin de tirer de quelque végétal feuillé une nourriture élaborée. L'observation directe propre à constater l'adhérence de leurs racines à celle d'autres végétaux est difficile : 1° parce que plusieurs de leurs racines sont, comme dans certaines orobanches, totalement libres de toute adhérence; 2° parce que ces plantes vivent toutes dans des terrains boisés, et ont leurs racines tellement entremêlées avec celles des arbustes et herbes qui les entourent, qu'il est difficile d'affirmer leur adhérence ou leur non-adhérence. M. Turczaninof m'écrit d'Irkustk qu'il croit être sûr de l'adhérence de l'une d'elles aux racines d'un arbre. Mais M. Bowman (1) s'est assuré que, dans le *listera nidus avis*, l'extrémité de la racine centrale ou du caudex se termine en pointe, et n'est nullement adhérente, au moins à l'état adulte. Le moyen de résoudre ce doute est d'employer pour ces plantes le procédé dont le même M. Bowman s'est servi dans ses recherches sur le lathræa. Il faut, au moyen d'une forte bêche plate et tranchante, emporter un gros bloc de terre

(1) *Trans. soc. lin. Lond.*, vol. 16, p, 410.

contenant l'orchidée ou la parasite qu'on veut examiner avec toute la terre et les racines qui l'entourent, placer ce bloc sous un courant d'eau modéré, et en l'agitant doucement, de manière à en enlever toute la terre; alors on pourra détacher successivement toutes les racines qui n'ont aucune adhérence avec la plante réputée parasite, et reconnaître formellement si celle-ci est libre, ou si elle tient par quelque point de ses racines à celles d'une autre plante. Ce procédé doit être recommandé pour l'étude de toutes les orobanches, les lathrées, les monotropes, etc., et en général des parasites radicicoles. Après ces considérations générales sur les parasites vasculaires, nous devons étudier plus en détail les groupes divers dont cette classe physiologique se compose

§. 2. Parasites chlorophylles.

Toutes les parasites de cette division appartiennent à la famille des loranthacées (1). Parmi elles étudions d'abord le gui blanc, qui, à raison de ce qu'il est commun en Europe, est la seule espèce dont la physiologie ait été étudiée avec soin.

Le gui semble destiné à faire exception à toutes les lois ordinaires de la végétation. Sa graine renferme plu-

(1) Voy. le Mémoire de Duhamel parmi ceux de l'Ac. des sc. de Paris pour 1740, et mes Mémoires sur la végétation du gui et sur la famille des loranthacées, qui font partie, le premier des Mém. des savans étrangers de l'Institut, vol. 1, et le second de ma Collection de Mém. pour servir à l'histoire du règne végétal, Mém. 6, in-4°, Paris, 1830, et son extrait bibl. univ., 1830, vol. 1, p. 303.

sieurs (2—3) embryons nichés chacun dans une cavité particulière, et ayant leur extrémité radiculaire dirigée vers chacun des angles obtus de la graine, laquelle est ovale quand elle a deux embryons, et triangulaire quand elle en a trois. Cette graine peut germer avec la petite quantité d'eau qu'elle pompe dans l'air ou dans son péricarpe, et elle adhère facilement à tous les corps, entre autres aux branches d'arbres, au moyen de la matière gluante qui l'entoure, et qui sert à la fixer. Elle ne perd point sa faculté germinative lorsque son fruit est avalé par les oiseaux : rejetés avec leurs excrémens, elle se fixe aux branches et y germe facilement; sa radicule, en sortant de la graine, ne se dirige point vers le centre de la terre comme celles de toutes les plantes, mais se dirige toujours du côté le plus obscur : c'est ce que M. Dutrochet (1) a démontré, en plaçant des graines de gui à germer sur les vitres d'une chambre. Si elles sont à la face interne de la vitre, les radicules se dirigent horizontalement dans la chambre; si elles sont en dehors, elles se retournent vers la vitre, et semblent vouloir la percer pour atteindre le côté obscur. Cette singularité, dont j'ai été plusieurs fois témoin, est d'autant plus grande que cette radicule diffère de toutes les autres, en ce qu'elle est parfaitement verte. Or, toutes les parties vertes des plantes se dirigent vers la lumière, et cette racine, la seule qui soit verte, recherche l'obscurité.

Cette racine périt au bout de peu de temps, lorsqu'elle germe sur un corps brut ou mort quelconque; mais lors-

(1) Recherches anatomiques, 1 vol. in-8°, Paris, 1824.

qu'elle se trouve sur l'écorce d'un arbre exogène vivant, elle y implante l'espèce de disque ou d'épâtement qui la termine, et redresse alors sa plumule, qui se trouve ainsi placée sur le tronc à angle à peu près droit. Cette tige pousse ainsi dans une direction quelconque, indifférente à la verticalité relativement à l'horizon et à l'action de la lumière.

La radicule s'implante sur l'écorce, et la traverse sans qu'on sache encore comment elle s'y prend. Il est probable qu'elle mortifie ou sphacèle la portion d'écorce située au-dessous d'elle, et que l'accroissement général de la branche soulève le reste de l'écorce, et ensevelit ainsi la base du gui. Au bout de quelque temps, celle-ci se trouve greffée sur le corps ligneux d'une manière tellement intime, que les sucs mêmes chargés de matières colorantes traversent sans difficulté du sujet dans la greffe (1). A mesure qu'il se forme de nouvelles couches ligneuses, elles enveloppent la base du gui, qui se trouve ainsi implantée toujours plus profondément dans le bois, et entourée fortement par l'écorce. Mais il ne paraît y avoir aucune adhérence réelle entre le gui et l'écorce; celle-ci est même sphacélée ou mortifiée autour du gui, surtout du côté inférieur. Il résulte de cette mortification de l'écorce que le gui produit sur la branche qui le porte un effet analogue à une section ou une ligature de l'écorce, et il se forme un bourrelet au-dessus du gui d'autant plus gros, que le tronc même du gui approche davantage de la grosseur de la branche qui le porte.

(1) DC., Mém. sur la végét. du gui, dans le 1er vol. des Mém. des savans étrangers de l'Institut.

Le gui ne communique donc avec l'arbre que par la soudure de sa base avec le corps ligneux, et non par l'écorce. Il ne reçoit point directement les sucs élaborés dans les feuilles; et, sous ce rapport, il est comme indifférent à la nature de l'arbre qui le porte : aussi paraît-il pouvoir vivre sur presque tous les arbres exogènes. J'ai vu le gui blanc sur le pommier, le poirier, le sorbier, les aubépines, l'amandier, le peuplier noir et du Canada, le saule blanc, l'ormeau, le robinia faux-acacia, les tilleuls d'Europe, le sapin, sur lequel il acquiert quelquefois un tronc gros comme le bras; le chêne rouvre où il est très-rare, malgré son ancienne célébrité. Il a été encore observé par divers auteurs sur le noyer, le prunier, le *pyrus aria*, le néflier, le mélèze, le frêne, le peuplier d'Italie (Seringe), le pin sauvage (Vaucher), l'érable (Villars), la vigne (Brasavolus), et même, d'après Pollini, sur le *loranthus europæus*, qui est lui-même parasite. Je ne cite pas l'olivier, parce que le gui que Bélon y a vu est le *viscum orientale*.

Le gui aspire par son action vitale propre la sève qui monte dans le corps ligneux, laquelle est ou de l'eau telle que les racines l'ont aspirée, ou de l'eau chargée de la petite quantité de matière élaborée par l'arbre qui sert de support, et qu'elle a pu dissoudre en route. Mais la base du gui, lorsqu'on la met plonger immédiatement dans l'eau, n'en élève qu'une quantité minime, comparée à ce qu'elle pompe lorsqu'elle tient à son support, et que c'est celui-ci qui plonge dans l'eau. Dans ce dernier cas, le gui agit pour augmenter l'absorption, précisément comme le feraient les feuilles du support lui-même.

Le gui nuit donc, sous les rapports suivans, à l'arbre qui le soutient : 1° en arrêtant la marche des sucs descendans, il empêche une portion de ceux-ci d'aller nourrir et développer les parties inférieures; 2° en attirant à lui la sève ascendante, il l'empêche de se porter comme à l'ordinaire vers les parties foliacées de l'arbre, et consomme pour lui, et en pure perte pour l'arbre, la petite proportion de nourriture élaborée que la sève entraîne avec elle. Ces deux effets, quoique réels, ne sont pas eux-mêmes d'une grande gravité : aussi il est bien connu que le gui ne nuit aux arbres que lorsqu'il s'y développe en quantité trop considérable, eu égard à la vigueur de chacun d'eux. Il est évident, d'après l'histoire des loranthées et du gui en particulier, que le seul moyen d'en débarrasser les arbres est de le couper jusqu'à sa base pour l'empêcher de se reproduire et de porter des graines; mais on a beau diminuer le nombre de celles-ci dans les terrains cultivés, on ne peut empêcher les oiseaux d'en apporter des lieux circonvoisins.

Tout ce que nous venons de dire de la végétation du gui blanc paraît devoir s'appliquer à toutes les loranthacées parasites; mais la structure des racines mérite une mention expresse. Lorsqu'on examine le gui blanc, on remarque que sa racine ou sa base n'est pas toujours unique, mais qu'il pousse souvent de petits rameaux dans l'intérieur du bois. Quoiqu'on ne puisse rien dire de clair sur la manière dont ces rameaux s'y développent et s'y insinuent, leur existence est un fait certain. Les loranthus d'Amérique paraissent (d'après les observations de M. Bertero, que M. Guillemin m'a transmises) greffés au bois comme notre gui par leur radicule principale,

et pousser entre l'écorce et le bois des racines rameuses qui s'épanouissent plus ou moins fortement, et paraissent destinées à pomper la nourriture liquide qui s'y trouve si habituellement, ou sous forme de cambium, ou mêlée avec lui; ces racines rameuses sont représentées dans notre gui par celles qu'il pousse dans le bois. On peut juger de leur apparence dans les figures de loranthus de la Flore du Pérou. Elles sont, chez les parasites munies de feuilles, à peu près ce que sont chez les orobanches les racines non parasites. On ne connaît pas très-bien ce qui tient aux stations et à l'influence des loranthacées exotiques sur les arbres qui les portent. On ignore en particulier jusqu'à quel point chaque espèce peut vivre sur des végétaux d'espèce ou de famille différentes. On sait bien que le *loranthus europæus* vit sur plusieurs espèces de chênes, (*quercus pedunculata, sessiliflora* et *cerris*), et sur le châtaignier; que le *viscum oxycedri* croît sur plusieurs conifères (*juniperus oxycedrus, cupressus drupacea*); mais pour le plus grand nombre, les voyageurs se sont contentés ou de citer l'arbre sur lequel ils ont ramassé l'échantillon rapporté par eux, ou de dire que les loranthacées sont parasites sur les arbres.

Une espèce de loranthus (le *L. tetrandrus*) est cependant désigné comme vivant au Pérou et au Chili sur un grand nombre d'arbres différens, et même sur le *L. buxifolius*, qui est lui-même parasite : c'est le second exemple connu de ce double parasitisme. Ce phénomène ne semble guère possible parmi les parasites vasculaires, que dans cette division. Le loranthus parasite, sur un autre loranthus, tire de celui-ci une sève non élaborée, comme celui sur lequel il vit la tire de l'arbre, et par conséquent il

doit vivre tout aussi bien que le premier aux dépens de cette liqueur.

Les loranthacées paraissent donc, en général, pouvoir vivre sur des végétaux fort différens les uns des autres; mais il y a trois sortes de végétaux où on ne les a jamais encore trouvées, au moins avec certitude, savoir : 1° les endogènes, dont la partie extérieure est trop endurcie pour leur fournir de la nourriture; 2° les plantes herbacées, dont le tissu est trop mou et la durée trop courte pour ces arbrisseaux parasites; et 3° les arbres à suc laiteux, parce que ce lait, ordinairement âcre, se mêle plus ou moins avec la sève ascendante, et ce suc, déjà élaboré, ne peut convenir à une plante hétérogène, comme on le voit dans les greffes où l'union par l'écorce nécessite l'homogénéité de famille.

§. 3. Parasites radicicoles.

Les plantes vasculaires parasites, qui sont dépourvues de véritables feuilles et de chromule verte, qui par conséquent n'exhalent pas l'eau, et ne décomposent pas l'acide carbonique à la manière des plantes ordinaires, se présentent sous deux séries : les unes, que je nomme *radicicoles*, sont parasites sur les racines des autres végétaux et dépourvues de suçoirs latéraux; les autres, que je nomme *caulicoles*, sont parasites sur les parties caulinaires ou plus rarement foliacées, et sont munies de véritables suçoirs latéraux. Occupons-nous d'abord ici des premières.

Les parasites radicicoles, soit cryptogames, soit phanérogames, sont réunies par M. Ré (*Malat. delle piante,*

p. 291) sous le titre de *strozzamento delle radice*. Les phanérogames se présentent sous trois formes générales : 1° les unes, que je nomme *monobases*, adhérent à la racine qui les porte par une base unique qui semble être l'extrémité inférieure de la tige, ou peut-être une racine tronquée et non rameuse : telles sont les espèces des genres *cytinus*, *cynomorium*, *raflesia*, et une faible partie des orobanchées, telles que l'O. du genêt, etc. 2° Les autres, que j'appellerai *polyrhizes*, adhèrent à la racine qui doit les nourrir par leur base ou leur pivot, et poussent en outre en-dessus de ce pivot un certain nombre de racines libres et nullement parasites : telles sont les monotropa, la plupart des orobanchées, etc. 3° Enfin, il en est qui tiennent à la racine qui les porte par le bas de leur tige, et qui émettent une multitude de fibrilles rameuses, dont chaque ramification se termine par une espèce de tubercule ou de suçoir implanté sur la racine de l'arbre destiné à les nourrir : tel est le *lathræa squamaria*, habilement décrit par M. Bowman (1). Je donne à ces parasites le nom de *polystomes*.

La circonstance que les espèces du genre orobanche sont réparties entre deux de ces trois séries, prouve que le caractère qui les distingue ne doit pas modifier beaucoup leur manière de vivre. Nous devrons cependant en tenir compte, après avoir examiné ce qui est commun à toutes les radicicoles.

Ces parasites sont toutes décolorées et analogues à l'état de plantes étiolées, quoiqu'elles vivent exposées à la clarté; elles sont dépourvues de feuilles à l'état foliacé,

(1) *Trans. soc. lin. Lond.*, 15, p. 399, pl. 22, 25.

mais les rudimens évidens des feuilles existent dans toute la longueur de la tige sous la forme d'écailles : ce sont les organes que M. Vaucher, dans un ouvrage d'ailleurs très-remarquable sur les orobanches (1), a un peu improprement désignés sous le nom de stipules, et que lui-même reconnaît semblables aux bractées, lesquelles ne sont que des feuilles florales. M. Bowman a très-bien établi que les écailles du lathræa sont des feuilles, ainsi que je l'avais moi-même admis dans l'*Organographie* (1, p. 146) par d'autres considérations. Ces organes foliacés étant ainsi à demi-avortés, même dans les plantes adultes, il n'est pas extraordinaire qu'ils le soient plus encore à l'état de cotylédons. Aussi ces plantes, quoique évidemment de la classe des exogènes, sont-elles habituellement privées de cotylédons, ou n'en ont que de minimes, comme ce paraît être le cas dans le lathræa. Cette absence complète ou presque complète de cotylédons, de laquelle M. Meyen (2) a probablement conçu l'idée bizarre que ces végétaux ne sont pas produits par des graines, fait que la graine ne peut prendre presque aucun développement si la radicule, au moment de sa naissance, ne peut pas s'implanter sur un corps qui lui fournisse la nourriture dont elle a besoin : aussi M. Vaucher a-t-il remarqué que les graines des orobanches ne peuvent se développer que lorsqu'elles sont à portée d'une racine analogue à leurs besoins ; et il n'y a aucun doute que toutes ces plantes sont parasites dans leur enfance. Leur radi-

(1) Monographie des orobanches, 1 vol. in-4°, Genève, 1827, avec 16 planches.

(2) *Flora*, 1829, p. 49; Bull. sc. nat., 18, p. 61.

cule s'implante sur les racines des autres végétaux exogènes. Celle du raflesia et du cytinus paraît, comme celle du gui, percer l'écorce et se souder avec le corps ligneux : j'ignore s'il en est de même dans les radicicoles polyrhizes. Je suis porté à croire qu'il y a aussi soudure avec l'écorce, d'après les motifs suivans : 1° Les radicicoles sont beaucoup plus spéciales dans le choix des espèces qu'elles attaquent, que ne le sont les autres parasites vasculaires. 2° La plupart paraissent nuire bien davantage à la santé des végétaux auxquels elles adhèrent.

Sous le premier rapport, nous voyons que les raflesia ne vivent que sur les cissus, les cytinus sur les cistes, et plusieurs orobauches sur des espèces bien déterminées : telles sont celles qu'on trouve sur le chanvre, le serpollet, le lierre, le *galium mollugo*, etc. Mais nous trouvons aussi quelques parasites de racines qui, comme le gui, semblent indifférentes à la nature des plantes qu'elles attaquent; ainsi M. Vaucher, qui a le plus affirmativement soutenu l'opinion de la spécialité des orobanches, admet cependant que son orobanche vagabonde (*O. comosa*, Walr.) croît sur le *barckhausia fœtida*, le *plantago coronopus* et un galium annuel; que son O. de la scabieuse colombaire croît, non-seulement sur cette plante, mais encore sur la menthe et le cerfeuil. D'autres auteurs admettent encore d'autres exceptions parmi les orobanches. Mais la question de la spécialité des parasites radicicoles se complique d'une autre peut-être plus difficile à résoudre. Lorsqu'on compare entre elles les orobanches, qu'on trouve, par exemple, sur diverses légumineuses, on y trouve quelques légères différences ; mais ces différences tiennent-elles à des diversités d'espèces,

ou bien la même espèce primitive, croissant sur des plantes différentes, peut-elle recevoir par ce changement de station une légère modification dans ses formes? Ce doute, élevé par M. Vaucher, mérite toute l'attention des observateurs; et l'on conçoit que tant qu'il n'est pas résolu, il est impossible d'affirmer si les radicicoles en général sont indifférentes au choix de leur support, ou si elles ne peuvent vivre que sur des végétaux déterminés. M. Vaucher, malgré tous ses soins, n'a pu parvenir à semer l'orobanche du chanvre sur le trèfle, et réciproquement: mais des parasites qui vivent sur des plantes de familles si différentes, prouvent peu dans cette question. Ce qu'il faudrait surtout vérifier par l'expérience, serait de voir si les orobanches des diverses légumineuses ou des labiées peuvent vivre sur différentes espèces des familles auxquelles appartient l'espèce sur laquelle elle croît à l'ordinaire; il faudra surtout multiplier les observations en pleine campagne, pour bien reconnaître et la valeur des caractères, et la station des orobanches. Les monotropes présentent la même incertitude; celles du pin, du hêtre, du chêne, du peuplier, etc., constituent-elles une ou plusieurs espèces? Les différences observées entre les divers individus du *lathræa squamaria* (1) constituent-elles des espèces ou de simples variétés? En attendant, je crois être resté dans une limite vraie, en disant que les parasites radicicoles sont plus spéciales que celles qui vivent sur les tiges, c'est-à-dire, que les parasites feuillées et celles à suçoirs.

Les parasites radicicoles agissent très-diversement sur

(1) Voy. Bowman, *Trans. soc. lin. Lond.*, 16, p. 400.

les végétaux qui les nourrissent, et leur action épuisante paraît en rapport, 1° avec la nature de la plante attaquée; lorsque celle-ci est ligneuse ou vivace, elle paraît peu souffrir de l'action de la parasite : ainsi, les cistes ne paraissent pas épuisés par le cytinus, les hêtres ni les pins par le monotropa; et, parmi les orobanches, celles qui attaquent les ulex, les genêts, etc., et en général les racines ligneuses ou vigoureuses paraissent leur faire peu de tort; au contraire, celles qui attaquent des plantes annuelles y déterminent de grands ravages : ainsi, les féves, en Italie, sont souvent ravagées par une orobanche (*O. fabæ* Vaucher), qui en a reçu le nom de *fiamma* ou de *succia melle*. On mentionne aussi comme très-dangereuses les orobanches qui attaquent les chardons à foulon, et qu'on connaît à Elbœuf et à Louviers sous le nom de *gras*, et celle qui dans l'Agéuois attaque et détruit quelquefois les champs de tabac (1). L'orobanche du chanvre est une des moins redoutables parmi celles qui attaquent des plantes annuelles, ce qui tient sans doute à sa petitesse comparée au chanvre; au contraire, celle du trèfle est, parmi celles qui vivent sur des plantes vivaces, une des plus redoutées, quoique ses effets soient très-variés, et qu'ils ne commencent à être bien sensibles que lorsqu'il y en a un grand nombre dans une prairie. 2° Je serais tenté de croire que les radicicoles

(1) Ces deux espèces ne sont pas bien déterminées sous le rapport botanique. Celle du tabac est rapportée par M. de Saint-Amans à l'*Orob. cariophyllacea* de Smith; mais il semble avoir confondu sous ce nom plusieurs espèces. (V. Flore d'Agen, 2, p. 56.)

monobases ou polystomes, qui tirent évidemment toute leur nourriture de la plante qui les porte, doivent l'épuiser davantage que les polyrhizes qui, outre leur racine adhérente, ont d'autres racines libres par lesquelles il est probable qu'elles tirent aussi quelque aliment; mais, quoique ce soupçon soit plausible, j'avoue qu'il n'est pas très-bien confirmé par la comparaison générale des espèces et je le recommande à l'examen des observateurs.

La manière dont les radicules ou les suçoirs des parasites radicicoles percent l'écorce des plantes qu'elles attaquent est encore fort obscure. Je présume, comme je l'ai déjà indiqué pour le gui, qu'elles atrophient l'écorce qu'elles touchent, et peuvent par cette désorganisation s'y frayer un passage, ou être entourées par le développement des parties voisines. M. Bowman se rapproche de cette opinion, en supposant que les tubercules de la lathræa émettent quelque suc qui agit chimiquement sur l'écorce. Cette difficulté de percer le corps cortical est surtout notable pour celles des radicicoles qui vivent sur des racines ligneuses, telles que le raflesia, le cytinus, le lathræa et quelques orobanches.

Les radicicoles monobases et polystomes sont certainement toujours parasites : en est-il de même des polyrhizes ? C'est un point encore douteux. Il serait possible que quelques-unes ne fussent parasites que dans leur jeunesse, et qu'ensuite ayant tiré de la plante nourrice et emmagasiné dans leur propre tissu une certaine quantité de nourriture élaborée, celle-ci, jointe à l'eau pompée par les racines libres, pût suffire dans le reste de leur vie. J'ai souvent trouvé dans les sables des bords de la mer des orobanches adultes qui m'ont paru libres de

toute adhérence; et la facilité avec laquelle on peut enlever le sable qui les entoure, me semble un garant de la vérité de l'observation. Ce doute serait surtout applicable aux orchidées aphylles. Je le soumets aux observateurs.

Les dommages que les radicicoles exercent sur les plantes qu'elles attaquent ont attiré l'attention des agronomes sur les moyens de les détruire, mais jusqu'ici avec peu de succès. On ne s'inquiète guère de celles qui vivent sur les arbres, sur les plantes vivaces très-vigoureuses, ou sur les plantes inutiles à l'homme; mais on a un intérêt très-évident à détruire celles qui s'attaquent aux plantes cultivées, telles que le trèfle, le chanvre, la féve, le chardon à foulon, le tabac, etc. Guettard proposait de semer dans les chenevières les plantes que, selon lui, l'orobanche rameuse préférait au chanvre; mais comme il est très-douteux que cette espèce croisse sur d'autres plantes que le chanvre, ce procédé doit être rejeté parmi ceux qui méritent peu d'attention. Le premier moyen à employer est évidemment de les couper ou de les pincer à leur base, comme le propose M. d'Husson (1) pour celle du tabac, avant qu'elles aient produit des graines, afin de s'en préserver pour l'avenir. Le second est d'alterner les plantations dans ces terrains infestés, de manière à laisser écouler quelques années avant d'y remettre la plante, qui pourrait trouver dans le sol des graines d'une parasite susceptible de l'attaquer. Un an ne paraît pas, d'après l'observation de M. Vaucher, suffire pour ce but; et il est clair que, plus on laissera d'intervalle avant le

(1) Journ. des sc. et arts du Bas-Rhin, 1824, p. 262.

retour de la même plante, plus on aura de chances que les graines auront été détruites. Ainsi, la théorie des assolemens variés qui, à tant d'autres égards, est la base de la bonne agriculture, tend encore à diminuer les chances d'accidens produits par les parasites.

§. 4. Parasites caulicoles.

Les parasites que je désigne ici se rapprochent des chlorophylles, en ce qu'elles vivent sur les tiges, et non sur les racines de leurs nourrices, et sont indifférentes à la direction verticale et à la lumière; elles ressemblent aux radicicoles, en ce qu'elles ne sont pas, au moins d'une manière sensible, colorées en vert, et qu'elles sont dépourvues de vraies feuilles et de stomates. Le genre des cuscutes est le seul jusqu'ici qui entre dans cette division. Certaines plantes, telles que le cassytha et le *tillandria usneoides*, s'en rapprochent par leur apparence, mais doivent être rangées parmi les fausses parasites.

Les cuscutes m'ont déjà occupé ailleurs (liv. IV, chap. V, §. 5) sous le rapport de leur enroulement autour des tiges; je dois les considérer ici quant à leur nutrition et à l'épuisement qu'elles produisent sur les végétaux qu'elles attaquent.

La graine des cuscutes diffère de celle des autres convolvulacées par l'absence des cotylédons, comme la cuscute elle-même en diffère par celle des feuilles; celles-ci y manquent tout-à-fait, ou sont réduites à des écailles presque imperceptibles. La germination de la cuscute s'opère, comme celle des plantes ordinaires, dans la terre, et sans avoir besoin de la présence d'autres végé-

taux. L'embryon, dépourvu de cotylédons, se nourrit dans son premier développement aux dépens de l'albumen central qu'il enveloppe. La radicule grêle et simple descend en terre, et la plumule, aussi simple et cylindrique, s'élève comme un fil : si elle ne rencontre aucune plante vivante autour d'elle, elle meurt; si elle en trouve, elle entoure la tige, et des points de contact naissent des tubercules creux ou suçoirs qui s'implantent sur l'écorce, et pompent le suc élaboré par la plante attaquée : alors la racine s'oblitère et meurt, et la plante ne vit plus que par ses suçoirs. Tant qu'elle n'était pas parasite, elle s'élevait verticalement; dès qu'elle l'est devenue, elle n'a plus tenté de se diriger ni dans le sens vertical, ni vers la lumière. Ses jets s'élancent d'une plante à l'autre, et vont se porter ainsi sur de nouvelles victimes, lorsque les anciennes sont épuisées : souvent, et on le voit surtout dans le *cuscuta monogyna*, qui attaque les vignes en Languedoc; souvent, dis-je, les graines germent avant de sortir des capsules, et la nouvelle plante devient immédiatement parasite.

Les cuscutes paraissent, comme je l'ai dit plus haut, presque indifférentes au choix des plantes qu'elles attaquent : on en trouve sur des espèces appartenant à presque toutes les familles exogènes, excepté sur les plantes aquatiques, sur celles qui sont déjà parasites, sur celles à suc laiteux très-âcre (encore en existe-t-il sur les *cynanchum nigrum* et *vincetoxicum*), et peut-être sur celles à suc résineux très-abondant. On a lieu de croire, comme je l'ai indiqué plus haut, qu'elles ne tirent pas de suc des endogènes, et il est certain qu'on n'en a jamais vu sur les cryptogames. Les mêmes espèces paraissent vivre sur

une foule de plantes; ce qui est en particulier démontré par l'observation relatée plus haut (p. 1407), que la cuscute du trèfle s'est accidentellement propagée dans un jardin sur un grand nombre de plantes de serre de diverses familles. Les botanistes distinguent en Europe le *cuscuta major*, qui vit sur les grosses herbes; le *cuscuta minor*, qui vit sur le thym, et les petits sous-arbrisseaux secs et coriaces, et le *cuscuta epilinum*, qu'on trouve sur le lin; mais on manque d'expériences directes pour constater si ces plantes attaquent des végétaux différens parce qu'elles sont des espèces distinctes, ou si ce sont des variétés d'une même espèce produites par la différence des sucs qu'elles reçoivent dans ces stations diverses. Quant au *cuscuta monogyna*, dont la tige est grosse comme une ficelle, et les styles soudés, je ne doute point qu'elle ne forme une espèce distincte. Je l'ai observée sur la vigne, et on dit qu'elle croît aussi sur le houblon. Les nombreuses espèces étrangères de ce genre sont encore très-mal connues quant aux plantes qui les portent, et même quant à leurs caractères. Cette dernière partie vient d'être étudiée avec beaucoup de soin par M. Choisy (1); mais la première ne pourra l'être que par les voyageurs, et mieux encore par les botanistes sédentaires hors de l'Europe.

Les cuscutes, que les cultivateurs appellent *teigne*, *rache*, *perruque*, etc., sont très-dangereuses pour les prairies de légumineuses qu'elles attaquent, et sur lesquelles elles se multiplient avec une singulière rapidité; elles nuisent aux plantes, soit en pompant leur nourriture,

(1) Mémoire présenté à la Soc. d'hist. nat. de Genève.

soit en les étranglant par leurs enlacemens. Il est difficile de s'en garantir à cause de la rapidité de leur végétation, de leur facilité à passer d'une plante à l'autre, de la multiplication de leurs graines, et de la double faculté qu'elles ont de germer en terre et dans la capsule. M. Vaucher (1) s'est assez bien débarrassé des cuscutes dans ses prairies artificielles, en rompant et divisant sans cesse leurs tiges avec un râteau. Le moyen qui me paraît réellement efficace est de faucher immédiatement toutes les portions de prairies artificielles où l'on voit se développer des cuscutes, et de le faire avant qu'elles aient pu produire des graines. S'il s'agit de champs de lin, il faut couper ou arracher les pieds attaqués, et, s'il s'agit de vignes, couper les branches avant la maturation des graines. Si l'on a négligé ces précautions, et qu'un terrain soit fort infesté de ces graines, il faut remplacer la culture attaquée par des cultures de céréales ou de graminées. On donne ainsi aux graines de cuscutes cachées dans le sol le temps de se développer à une époque où elles périssent sans faire de mal, puisque le sol se trouve couvert de plantes qui ne peuvent pas les nourrir. Quant aux graines de légumineuses qui peuvent être infestées par le mélange de celles de la cuscute, le meilleur moyen de les en débarrasser est de les cribler sur un crible assez fin, pour que les graines de la cuscute, qui sont fort petites, y passent, et non celles du trèfle ou de la luzerne : dans cette opération on ne doit pas craindre de secouer la graine un peu violemment, afin de rompre les capsules de cuscutes qui pourraient s'y trouver entières, et forcer la sortie de leurs graines.

(1) Note communiquée en 1831.

ARTICLE III.

Des Parasites cryptogames.

§. 1. En général.

La végétation des cryptogames, en général, étant beaucoup moins connue que celle des phanérogames, on doit s'attendre que l'histoire des parasites, appartenant à cette classe, doit être plus obscure que celle de la première série. Cependant les parasites cryptogames méritent un grand intérêt à raison des ravages extraordinaires que quelques-unes exercent sur nos cultures les plus précieuses, et de la singularité de la végétation de ces plantes, qui est telle qu'on a hésité, pour quelques-unes, à les admettre dans les rangs des espèces végétales.

Toutes les parasites cryptogames appartiennent à la vaste famille des champignons, en prenant ce nom dans le plus large, qui comprend aussi les hypoxylons. Ces champignons se propagent avec beaucoup plus de facilité, et font plus de ravages dans les années humides que dans les années sèches. Cet effet se comprend sans peine, 1° parce qu'il est conforme à ce que nous connaissons de la manière de vivre des champignons ordinaires; 2° parce que nous voyons déjà dans le règne animal que les parasites attaquent plus facilement les grands animaux, lorsque ceux-ci sont dans un état de faiblesse, à ce point que des médicamens roborans ou toniques suffisent pour les en préserver ou même les en délivrer. Cette action de l'humidité sur le développement des champignons parasites a

fait souvent dire aux cultivateurs que ces maladies étaient produites par la pluie ou les brouillards. M. Knight (1) a en particulier observé, et je l'ai confirmé, que les parasites des céréales se développent surtout, lorsqu'après un mois de juin très-sec, le mois de juillet est chaud et pluvieux : c'est qu'alors l'absorption de l'eau par les racines est très-active, et que les plantes peuvent plus facilement absorber les graines de ces cryptogames cachées en terre, et favoriser leur développement.

Je distinguerai les parasites cryptogames en deux séries, savoir : celles qui se développent et vivent à l'extérieur du végétal, que je nommerai parasites *superficielles ;* et celles qui se développent sous l'épiderme des plantes, et ne paraissent à l'extérieur ou jamais, ou que lorsque leur végétation est déjà fort avancée; ce seront les parasites *intestinales.* Les premières sont analogues à ces insectes parasites qui attaquent la peau des grands animaux ; les secondes sont les représentans des animaux intestinaux qui se développent dans les cavités ou les tissus d'êtres plus grands et plus compliqués qu'eux-mêmes.

§. 2. Parasites superficielles.

L'histoire des parasites superficielles présente en particulier quelques difficultés, car nous ne voyons dans ces plantes aucun organe d'absorption, et il est par conséquent très-difficile de les distinguer des fausses parasites. L'ensemble des faits m'engage à placer ici trois genres de champignons, dont je me bornerai à exposer

(1) *Trans. hortic. soc. Lond.*, 2, p. 82.

l'histoire abrégée : ce sont les érysiphés, les érineums et les rhizoctones.

Le genre érysiphé a été établi par Hedwig fils sur l'*E.* du coudrier, et je l'ai publié dans la *Flore française* en 1805, d'après sa correspondance : dès-lors j'en ai décrit un grand nombre d'espèces. Quelques botanistes, qui ne mettent d'importance ni au droit de l'antériorité, ni à la grande convenance de la fixité des noms, ont proposé de donner à ce genre les noms très-inutiles d'*alphitomorpha* ou d'*érysibe*.

Les érysiphés offrent un exemple remarquable de parasitisme superficiel. Ces champignons naissent à la superficie des feuilles, et sont composés d'un petit tubercule globuleux d'abord jaune, puis noir, de la base duquel partent des filets blancs, rayonnant en tout sens sur le disque de la feuille; les filets, partant de divers tubercules, s'entre-croisent quelquefois au point de couvrir la feuille entière d'une espèce de réseau blanc.

Diverses espèces d'érysiphés attaquent le coudrier, le frêne, le saule, l'érable, l'épine-vinette, l'aulne, le fusain, l'aubépine, le bouleau, le peuplier, le liseron des champs, les chicoracées, telles que le laitron, la scorsonère, etc. Il est assez fréquent de les voir empêcher les individus sur lesquels elles vivent, de fleurir ou de porter fruit; elles se ressemblent tellement entre elles, qu'on pourrait croire au premier coup d'œil qu'elles ne sont que de faibles variétés de la même espèce; mais il n'est point rare de voir dans un jardin tous les individus d'une certaine espèce attaqués d'érysiphé, tandis que les autres espèces en sont exemptes; et je n'ai jamais vu au contraire un groupe d'érysiphés passer de la feuille où il a

pris naissance à la feuille d'une plante voisine, comme on l'observe fréquemment pour les bissus et les moisissures qui sont de fausses parasites. J'ai vu un jardin négligé, où tous les pieds de liseron étaient couverts d'érysiphés; ces liserons s'entortillaient autour de toutes les plantes, et aucune de celles-ci ne portait la moindre trace d'érysiphé. Ces champignons épuisent les plantes, mais d'une manière qui n'est pas très-redoutable. On ne connaît encore aucune manière de s'en débarrasser, sinon de couper les feuilles qui les portent.

Plusieurs érysiphés sont confondues par les jardiniers sous le nom de *blanc* ou de *blanc-meunier* avec d'autres maladies. L'une d'elles, le blanc du rosier, est le produit d'un autre champignon nommé *oidium leuconium* (1): sa manière de vivre diffère très peu des érysiphés.

Les érinéums naissent sur les feuilles de divers arbres, tels que la vigne, le hêtre, le poirier, le noyer, etc.; ils forment des espèces de touffes irrégulières et serrées: chacun d'eux ressemble tellement à certains poils, qu'on a cru long-temps que ces productions n'étaient autre chose que des sortes de poils extraordinaires ou dégénérés. La plupart des naturalistes modernes les admettent au rang des champignons bissoïdes, quoique leur forme et leur histoire soient encore très-obscures. Si les érinéums sont de vrais champignons, ils sont très-évidemment parasites, et même fortement soudés par leur base avec la cuticule de la feuille: celle-ci ne paraît point percée ni rompue, ce qui fait que je les rapporte aux parasites superficielles. Ces productions paraissent nuire

(1) Ann. sc. nat., 1829, mai, p. 98; Bull. sc. nat., p. 424.

peu aux végétaux qui les portent, et n'ont point attiré l'attention des cultivateurs.

Les racines ont aussi leurs parasites superficielles : ce sont les champignons que j'ai désignés sous le nom de rhizoctones (*rhizoctonia*); ils présentent des tubercules charnus, oblongs, ou irrégulièrement arrondis, desquels partent en divers sens des filets grêles, ramifiés, très-semblables à ceux des byssus. Les tubercules semblent être des ganglions formés çà et là le long de ces filets rameux qui vont de côté et d'autre atteindre les racines des plantes, les enveloppent plus ou moins complétement, et en tirent leur nourriture au point de les épuiser et de les tuer en très-peu de temps. Je ne connais encore exactement que deux espèces de rhizoctones qui malheureusement attaquent l'une et l'autre des végétaux utiles : l'une est la rhizoctone du safran, l'autre la rhizoctone de la luzerne.

La première espèce qui a été bien décrite par Duhamel (*Mém. acad.*, p. 17-40), par Fougeroux (*id.* p. 1782), et par Bulliard (*Champ.* 81, pl. 456), est d'une couleur rousse tirant sur le jaunâtre; les tubercules y sont plus nombreux et d'une chair plus ferme que dans l'espèce suivante, et c'est ce qui a fait qu'on l'avait confondue avec les truffes : elle attaque les bulbes de safran cultivé, et les tue avec une telle rapidité, que, pour sauver les safranières qui en sont infectées, il faut entourer de suite les plantes attaquées par un fossé profond, et avoir soin de ne pas rejeter la terre de ce fossé sur les plantes saines; car, comme elle renferme des débris des filets du champignon, elle communiquerait la *mort* au reste du champ. Cette parasite est en effet si redoutée, qu'elle

porte vulgairement le nom de *mort du safran* dans le Gâtinois, qui est le pays où elle paraît le plus commune. Les champs de safran d'Avignon paraissent exempts de cette maladie, qu'on nomme quelquefois *fausset*. Duhamel dit avoir trouvé cette même plante parasite sur les racines de l'yèble et de l'asperge; mais il est probable que ce sont d'autres espèces de rhizoctones propres à ces plantes et encore inconnues aux botanistes (1).

La rhizoctone de la luzerne, que j'ai fait connaître dans un mémoire particulier (2), est d'une très-belle couleur purpurine ou violette; ses tubercules sont ovoïdes-oblongs, irréguliers, un peu fragiles, et beaucoup moins nombreux que dans l'espèce précédente; ses filets sont beaucoup plus longs, plus grêles, et tellement semblables par leur apparence à ceux des byssus, qu'on pourrait facilement s'y tromper. Dans certains pieds de luzerne, on ne trouve que des filets byssoides et point de tubercules, soit que ceux-ci manquent réellement, soit qu'ils se trouvent cachés trop

(1) J'ai vu, à la suite d'un automne très-humide, les sureaux à grappes d'un grand nombre de jardins et de pépinières des environs de Genève, pousser au printemps comme à l'ordinaire, puis périr au mois de juin en peu de jours. En les arrachant, on trouvait l'épiderme de l'écorce des racines se détachant de lui-même, et le reste de l'écorce complétement changé en une sorte de bouillie; le corps ligneux des racines était marqué çà et là de taches brunes. Serait-ce l'effet direct de l'humidité sur les racines, ou l'effet d'une rhizoctone qui, favorisée par l'humidité, se serait développée sur la racine? Serait-ce un accident analogue à celui que Duhamel a signalé dans l'yèble?

(2) Mém. du mus. d'hist. nat. de Paris, vol. 2 (1809), p. 209, avec une planche coloriée.

avant sous terre : on trouve plus facilement les tubercules dans les luzernes plantées et non semées en place, parce que la racine des premières ayant été coupée descend moins profondément. Dans ces luzernes, les tubercules sont ordinairement placés sous la bifurcation des grosses branches de la racine; les filets ne s'épanouissent pas à leur extrémité en un disque, mais s'appliquent très-exactement le long des racines et des radicules qu'ils tapissent d'une croûte violette. Les luzernes attaquées de cette maladie périssent très-promptement, et la rhizoctone tend sans cesse à se propager sur tous les pieds voisins : c'est la cause de la maladie qu'on désigne sous le nom de *luzerne couronnée*, où, sans cause extérieure apparente, on voit des pieds de luzerne se flétrir et périr, et des places vides, ordinairement arrondies, se former dans les luzernières. Cette maladie est assez commune aux environs de Montpellier, et se retrouve à Genève, en Lorraine (1) et dans presque toute l'Europe.

M. Auguste Cambon, agriculteur très-éclairé, qui m'a le premier fait connaître cet accident, m'a fait aussi remarquer qu'il est surtout commun dans les lieux un peu bas et où l'humidité peut séjourner. La maladie se communique plus facilement dans les luzernes plantées que dans les luzernes semées, parce que les premières ont plus de racines latérales qui les mettent en contact avec leurs voisines. Peut-être cette circonstance obligera-t-elle à renoncer à la plantation des luzernes, malgré les avantages que présente d'ailleurs ce mode de culture. Le seul moyen d'arrêter le progrès de la rhizoctone de la luzerne

(1) Voy. Ann. de Roville, vol. 3, p. 75.

sera sans doute d'établir un fossé profond autour des plantes attaquées; mais la longueur des racines de cette plante rendra toujours cette opération difficile : il sera d'autant plus essentiel de donner des soins pour préserver les luzernes de la maladie. Pour cela il faut surtout, 1° établir dans les luzernières qui en sont menacées, des rigoles propres à faciliter l'écoulement des eaux; 2° niveler le pré assez bien pour qu'aucune place, quelque petite qu'elle soit, ne puisse conserver d'eau stagnante; 3° peut-être encore, comme le pense M. Cambon, butter les luzernes plantées pour établir entre chaque pied un écoulement à l'eau.

Outre ces deux rhizoctones, les seules que je connaisse, on peut déjà soupçonner l'existence de plusieurs autres : ainsi, par exemple, M. Bosc a vu des filets blancs et byssoïdes attaquer et tuer les racines des jeunes pommiers ou des amandiers, et se propager des uns aux autres dans la pépinière du Luxembourg. Je ne doute point que ce ne soit une espèce de rhizoctone, quoique j'aie inutilement tenté jusqu'à ce jour de découvrir ses tubercules. Cette maladie se développe, comme la précédente, dans les pépinières basses et humides; lorsqu'elle est établie, il est impossible de s'en débarrasser sans de grands travaux. Le meilleur parti à prendre dans ce cas est de placer dans les parties infectées de la pépinière des arbres qui ne soient point de la famille des rosacées, et qui par conséquent ne puissent pas être atteints par ce champignon parasite propre à cette famille. Au reste, l'étude encore nouvelle de ces petits champignons éclaircira sans doute la nosologie végétale, et mérite toute l'attention des botanistes et des agriculteurs.

§. 3. Parasites intestinales biogènes.

Les champignons que je réunis sous cette dénomination ont quelque chose de plus mystérieux encore que les précédens, car ils naissent dans l'intérieur des grands végétaux; et c'est sous ce rapport que je leur ai donné le nom d'intestinaux, qui rappelle celui des animaux analogues à ces champignons par leur manière de vivre. C'est à cette division qu'appartiennent essentiellement les nombreuses espèces d'uredo, de puccinia, d'æcidium, etc. qui déterminent un grand nombre de maladies et d'accidens chez les plantes vasculaires. Je laisse pour le moment de côté ce qui tient aux sphœries et autres hypoxylées qui attaquent les végétaux mourans, et dont on ne peut affirmer si ce sont de vraies ou de fausses parasites. Je les étudierai dans l'article suivant, et je me borne ici à celles dont le parasitisme n'est pas douteux.

Ces plantes se développent, comme je l'ai dit, sous l'épiderme; elles le rompent, s'épanouissent au dehors, y répandent une poussière que, par analogie, on est autorisé à regarder comme une poussière reproductrice composée de graines. Mais comment ces graines pénètrent-elles dans les végétaux? Trois hypothèses ont été présentées pour l'explication du fait.

1°. Quelques-uns ont pensé que ces graines, très-petites, et qu'on peut supposer flottantes dans l'atmosphère, pénètrent dans les végétaux par les stomates. Je crois cette opinion erronée par les motifs suivans: 1°. Le rôle habituel des stomates est d'exhaler, et non d'absorber. 2° On trouve fréquemment des champignons intestinaux

ou sortans des feuilles par une surface dépourvue de stomates, ou vivans sur des organes, tels que l'écorce des pins ou les baies de berberis, ou les grains de céréales qui n'ont point de stomates, ou même sur des végétaux qui en sont entièrement dépourvus, tels que le *peltigera canina*. 3° On a souvent essayé d'inoculer ces maladies aux plantes, en saupoudrant leurs feuilles de poussière d'uredo, et on n'y est jamais parvenu. 4° Lors même qu'on a vu quelquefois les groupes d'uredo sortir par les stomates, cela ne prouve point que leurs graines soient entrées par cet orifice, puisqu'on les voit sortir indifféremment de tous les points des surfaces foliacées.

2°. Benedict Prévost (1), ayant vu des graines de carie immergées dans l'eau pousser une radicule, a cru que ces radicules s'insinuaient dans les racines des plantes, pénétraient dans leur intérieur jusqu'aux parties foliacées, et s'épanouissaient sous l'épiderme. J'ai vu moi-même le fait curieux observé par Prévost, et puis attester l'exactitude de la figure qu'il en a publiée dans son mémoire; mais je ne saurais admettre la conséquence qu'il en tire. Il n'a point vu cette radicule s'insinuer dans la racine du blé, et on a peine à comprendre, sans une preuve bien directe, comment une radicule aussi faible pourrait percer les spongioles, et s'élever de celles-ci jusqu'au sommet de la tige, et même jusqu'au sommet des arbres les plus élevés. Cette supposition est tellement peu probable, qu'il faudrait, ce me semble, d'autres preuves

(1) Sur la cause immédiate de la carie, in-4°, Montauban, 1807; sur la carie des blés dans le recueil agronomique de Tarn-et-Garonne, vol. 1, n. 9. (1820), avec une planche.

pour l'admettre. Le fait observé par Benedict Prévost peut bien tendre à prouver que ces globules de carie sont des graines ; mais il s'explique tout aussi bien par l'opinion que j'avais moi-même (1) émise un peu avant la publication du travail de Prévost.

3°. Cette troisième opinion, conforme à ce qui est le plus généralement admis pour les vers intestinaux, et que M. Knight (2) a reproduite et corroborée, consiste à admettre que les graines microscopiques des champignons intestinaux tombent sur le sol, s'y mélangent avec l'eau, et sont absorbées avec elle par les racines; qu'elles sont portées par la sève dans les diverses parties du végétal, et que celles qui rencontrent une espèce qui leur convient, et dans cette espèce une localité favorable à leur développement, viennent à y germer, et forment ces groupes qui percent l'épiderme. Je m'explique ainsi comment on peut en trouver dans tous les organes des plantes; comment leur place est à peu près déterminée; comment quelques-uns d'entre eux paraissent se propager par contagion, lorsque, par exemple, des graines de carie restent adhérentes aux graines du blé, et sont absorbées par ses racines; comment ils se développent dans les années chaudes et humides, où l'absorption par les racines est très-active; pourquoi ils sont très-fréquens dans les céréales qu'on sème sur le même terrain où l'année précédente il y a déjà eu des céréales, etc. M. Knight a vu que des jeunes poiriers, placés dans la

---

(1) Ann. du mus. d'hist. nat. de Paris, vol. 9 (1807), p. 56, et Dict. botan. de l'Encyclop. méth., vol. 8, p. 207.

(2) Trans. hortic. soc., vol. 2, p. 182 (1817).

terre d'un jardin infesté d'*æcidium cancellatum*, ont porté ce champignon ; tandis qu'en les plantant dans de la terre apportée d'un jardin non-infesté, ils restaientplus long-temps sans porter d'æcidium ; ce qui prouve bien que les germes en viennent du sol.

Mais il est d'autres naturalistes, en petit nombre il est vrai, tels que MM. Lozana (1), Turpin (2), etc., qui refusent à ces corps le nom de plantes, et les considèrent comme de simples altérations du tissu. Cette opinion se fonde sur la ressemblance qui existe entre la forme d'un uredo isolé et celle d'une cellule végétale ; mais, 1° cette ressemblance est loin d'être parfaite. 2° Le fût-elle même, elle ne prouverait rien, car on connaît des végétaux non parasites qui semblent aussi composés de simples cellules isolées. 3° On ne peut pas le moins du monde expliquer, dans cette hypothèse, les phénomènes de détail et les formes variées de ces champignons. 4° En particulier, il est, je crois, impossible d'admettre que les uredos à cellules uniloculaires soient d'une nature différente des puccinia, qui leur ressemblent tellement qu'on a peine à fixer les limites de ces genres. Or, qui voudrait admettre que les puccinies à massue pédicellée, divisées en plusieurs loges, et pourvues de formes si caractérisées et si constantes, ne seraient que des altérations d'un tissu qui n'a pas la moindre analogie avec elles ? J'aimerais autant soutenir que le gui n'est qu'une branche de pommier modifiée. Que si l'on réduit cette théorie à soutenir que, dans quelques cas particuliers, nous avons décrit

---

(1) *Delle Malatie del grano*, Carmagnola, 1811, p. 92.

(2) Mémoires sur la globuline.

comme des uredos des altérations du tissu, je suis porté à croire que cette erreur a été possible et facile. Je signalerai sous ce rapport, comme méritant un nouvel examen, 1° les ustilagos ou uredos qui naissent dans les anthères et y remplacent quelquefois le pollen; 2° les uredos observés sur des lichens; 3° les uredos blancs des crucifères, des pourpiers, etc., dont la forme est peu déterminée. Sans rien affirmer à leur égard, j'y conçois le doute; mais j'avoue que je ne saurais l'admettre pour la masse des champignons parasites. Ces considérations ont été récemment corroborées, d'un côté, par l'analyse microscopique que M. Ad. Brongniart a (1) donnée du charbon de l'orge; de l'autre, par l'analyse chimique que M. Dulong d'Astafort a publiée (2) du charbon du maïs, et par laquelle il a prouvé que sa composition a la plus grande analogie avec celle des champignons.

Ces parasites, qui se développent sur les végétaux vivans et en parfaite santé, les épuisent en se nourrissant de leurs sucs, et souvent même les déforment, les tuent, ou les empêchent de porter des graines. Telles sont les innombrables espèces d'æcidium, de puccinia et d'uredo, à la présence desquels sont dues plusieurs des maladies les plus graves dont l'agriculture ait à se défendre. Ainsi, pour ne citer ici que les espèces qui se développent sur les plantes cultivées en grand, l'*æcidium cancellatum* attaque les feuilles des poiriers et pommiers; l'*Æ. cornutum*, celles du sorbier et du néflier; le *puccinia pruni*, celles des pruniers; le *P. rosae*, celles des

(1) Ann. sc. nat., 20, p. 171, pl. 2.
(2) Journ. de pharm., 1828, p. 556.

rosiers; l'*uredo candida*, celles des cochlearia et des cheiranthus cultivés; l'*U. rubi-idæi*, celles du framboisier; l'*U. fabæ*, celles de la féve; l'*U. trifolii*, celles de diverses espèces de trèfles; l'*U. phaseolorum*, celles des haricots, etc. Quoique quelques-unes de ces parasites épuisent assez la plante qui les porte pour l'empêcher de fleurir ou de porter fruit, cependant leurs effets ne sont ni assez constans, ni assez fâcheux, pour qu'on ait cherché à s'en défendre. Les seuls moyens préservatifs qu'on pourra tenter, dans les cas où ces parasites causeraient trop de ravages, sont, pour les arbres, d'enlever les feuilles attaquées avant l'époque où les champignons se répandent au dehors, afin d'en garantir l'arbre, et pour cette année, et surtout pour les suivantes; quant aux herbes annuelles, il faudra éviter, pendant quelques années, de semer les mêmes espèces ou des espèces analogues dans le terrain qui en a été infesté.

Les phénomènes variés que ces champignons parasites exercent sur les feuilles méritent ici une mention succincte : ainsi l'*æcidium cyparissiæ*, qui attaque les feuilles de l'euphorbe cyprès, les rend ovales et charnues, de linéaires et papyracées qu'elles sont à l'ordinaire. Souvent les champignons ne se développent qu'imparfaitement, et déterminent alors un grand nombre de taches arrondies et régulières qu'on observe sur les feuilles de plusieurs végétaux; les taches orangées des feuilles de poiriers, les taches rouges des ronces, des rosiers, et surtout des rumex, sont dues à cette cause.

L'*æcidium elatinum* croît dans les Vosges sur les feuilles du sapin, et jamais sur celles de la pesse; il y forme une maladie connue sous les noms de *pâneurs de sotré*, *balai*

des sorciers, ou *rebrousses*, dans les Vosges françaises, *Hexenbesen*, dans les Vosges allemandes. Cette maladie consiste en un renflement particulier de certaines branches qui, à partir de ce point, se ramifient beaucoup; toutes ces ramifications ont des feuilles qui, au lieu d'être persistantes, tombent chaque année, et il en repousse d'autres au printemps : on la reconnaît de loin à sa couleur brune. Cette végétation acquiert souvent plusieurs pieds d'élévation et de diamètre. L'æcidium ne se voit pas sur toutes les feuilles malades; mais celles-ci tombent également, pour peu qu'il ait seulement commencé à s'y développer. M. Mougeot, duquel je tiens ces détails, doute encore si le nœud qui sert de base au balai des sorciers ne serait point produit par quelque piqûre d'insecte, et si l'*æcidium elatinum* ne serait point la même plante que l'*æcidium pini*. Quoique je sois persuadé que la réponse à ces questions doive être négative, je fais trop de cas des doutes mêmes de cet habile observateur pour ne pas les consigner ici. J'ai récemment observé la même maladie dans les Alpes voisines de Genève, et je ne puis que confirmer les observations précédentes.

J'ai observé dans les Cévennes, au-dessus d'Alais, une maladie du chêne yeuse fort semblable à la précédente, et qui était produite par une petite espèce de champignon qui me paraît absolument nouvelle; je l'ai nommée *erysiphe ilicis*, parce qu'elle se rapproche, pour sa forme, des autres érysiphés; mais elle pourrait bien former le noyau d'un nouveau genre encore inconnu.

Un des genres les plus singuliers, parmi ceux des cryptogames qui attaquent les arbres ou les arbustes, est le *gymnosporangium*, que M. Hedwig fils a le premier exa-

miné avec soin, et que j'ai fait connaître d'après lui dans la Flore française. Ces champiguons, tous de couleur jaune ou rousse, sortent de dessous l'épiderme des écorces déjà un peu anciennes des diverses espèces de genévrier. Ils ont une touffe de filamens très-longs, enveloppée par une glaire visqueuse qui se rapproche par son odeur de la nature du suc du genévrier. La nature de cette glaire avait fait confondre ces plantes avec les tremelles. Les filets portent à leur sommet, et par conséquent à la surface de la masse gélatineuse, les capsules qui renferment les globules reproducteurs. Les branches qui portent ces masses fongueuses sont souvent déformées par leur présence; et après leur destruction, on reconnaît qu'elles ont existé, soit par cette déformation, soit par les espaces où l'épiderme est rompu et les couches corticales mises à nu.

Quoique les hypoxylons appartiennent en général à la division des parasites nécrogènes, dont nous nous occuperons plus tard, il en est quelques-uns qui se développent évidemment dans le tissu vivant des végétaux, tantôt en ne paraissant pas y déterminer de grands désordres, comme les sphæria; tantôt en sphacélant le tissu de la feuille autour d'eux, comme dans le *xyloma acerinum*, etc.

Parmi ces dernières, il en est quelques-unes qui sont remarquables, en ce qu'elles attaquent seulement les nervures : tel est le *sphæria nervisequa*, que j'ai décrit dans le supplément de la Fore française; telle est encore une espèce d'histérium (1) qu'on trouve sur les maîtres-

(1) Je le nomme *histerium nervisequum*.

ses nervures des feuilles du platane dans les années humides, et qui finit par tuer la feuille, en commençant par la mortification des nervures.

Il serait facile de multiplier indéfiniment les exemples de ces actions diverses ; mais les parasites dont je viens de parler n'auraient qu'un intérêt de curiosité, si leur découverte n'avait conduit à celle des plantes parasites qui produisent sur nos céréales les maladies redoutables connues sous les noms de rouille, de charbon, de carie et d'ergot. Ces maladies ont été très-bien décrites par MM. Tessier (1), Losana (2), Bayle-Barelle (3), etc., dans leurs traités des maladies des grains, et par M. Bosc, dans le nouveau *Dictionnaire d'agriculture*, etc. Je renvoie le lecteur à ces ouvrages pour les détails de leur histoire ; mais comme on a dès-lors mieux déterminé qu'on ne l'avait fait la nature réelle de ces maladies, je crois devoir entrer dans quelques détails à leur égard. Il est vivement à regretter que les admirables dessins faits par Bauer, d'après la direction de Banks, pour représenter ces maladies à leurs divers âges, n'aient pas encore été complétement publiés; ils éclairciraient leur histoire d'un jour tout nouveau.

La rouille (4) est, de toutes ces productions, celle qui a offert le plus d'incertitude. Il paraît que les agricul-

(1) Traité des maladies des grains, 1 vol. in-8°, Paris, 1783.

(2) *Delle malattie del grano in erba*, 1 vol. in-8°, Carmagnola, 1811.

(3) *Monografia agronomica dei cereali*, in-8°, Milano, 1809.

(4) Voy. Ré, *sulle malattie delle piante*, p. 359, *della Nebbia*.

teurs, et surtout les botanistes, ont confondu sous ce nom plusieurs maladies distinctes. La véritable rouille attaque la plupart des céréales, mais surtout l'orge et le froment ; elle se développe presque toujours à la surface supérieure de leurs feuilles, sous la forme de pustules très-petites et très-nombreuses. Ces pustules ont une forme ovale, et ont environ 1/6 à 1/2 ligne de longueur; elles soulèvent d'abord l'épiderme, ce qui leur donne un aspect blanchâtre, puis le rompent, et présentent alors une poussière très-fine, d'abord jaune, puis rousse. Cette poussière se détache facilement, et elle est quelquefois si abondante, qu'elle jaunit les habits de ceux qui traversent les champs attaqués de rouille. Lorsqu'on l'examine au microscope, elle est toute composée de globules sphériques très-petits, qu'on reconnaît facilement pour les capsules d'un uredo auquel j'ai donné le nom d'*uredo rubigo*. Quoique ce champignon soit très-petit, il ne laisse pas d'être dangereux : lorsqu'il ne s'en développe qu'un petit nombre, son effet n'est pas sensible sur les céréales ; mais lorsqu'il est abondant, il épuise la plante, et celle-ci ne porte qu'un petit nombre de grains, et des grains souvent rabougris ; c'est une des causes de ce que les agriculteurs nomment *ventâison*. La rouille se développe principalement dans les champs ombragés et humides, et à la suite des pluies et des brouillards. Il est vraisemblable que la maladie du riz, connue en Italie sous le nom de *carolo*, est due à la même cause ou à quelque cause très-analogue ; mais je ne la connais que par des récits (1) qui ne suffi-

(1) Pollini, Bibl. ital., 1828, p. 173 ; Bull. sc. agr., 11, p. 34.

sent pas pour résoudre ce doute, quoique d'ailleurs très-intéressant sous le rapport pratique.

On trouve souvent sur les mêmes pieds que la rouille deux autres champignons parasites qui ont été confondus avec elle, savoir, l'uredo linéaire et la puccinie des graminées. L'uredo linéaire croît très-rarement à la surface supérieure des feuilles, mais sur leur gaîne, sur leur face externe ou sur la tige. Il forme des pustules alongées, étroites, d'un jaune assez vif, et d'une consistance plus compacte que la rouille. Lorsqu'on les examine au microscope, on voit que ces pustules sont toutes composées de capsules oblongues, à peu près cylindriques, et beaucoup plus longues et plus grosses que celles de la rouille. Il tend, comme la rouille, à épuiser la plante, et à l'empêcher de porter fruit; il fait partie des causes variées qui déterminent cet état de stérilité que les agriculteurs confondent sous le nom vague de *ventaison*. L'épeautre et le *triticum turgidum* y sont, d'après M. Vaucher, moins sujets que les autres céréales.

La puccinie des graminées croît sur presque toutes les parties de ces plantes, même quelquefois sur les glumes et les barbes des épis. Elle forme des pustules tantôt ovales, tantôt linéaires. Au moment où elle perce l'épiderme, elle est déjà presque noire, et le devient complétement en peu de temps. Lorsqu'on les examine au microscope, on voit que ces pustules sont composées de petites plantes en forme de massues; on y distingue un pédicelle blanc et filiforme et une capsule noire oblongue divisée en deux loges par une cloison et un petit étranglement : la loge inférieure a la forme d'un cône renversé; la supérieure est plus grosse et un peu arrondie.

Comme ces deux plantes naissent souvent mêlées

entre elles, et mêlées (quoique bien plus rarement) avec la rouille, on a cru que ces diverses apparences tenaient à leur développement, et que ces corpuscules étaient les états divers d'un seul et même champignon. J'ai moi-même partagé cette opinion; mais de nouvelles observations m'ont convaincu que ces trois parasites sont réellement des espèces distinctes, mais qui quelquefois naissent mélangées. J'ai eu occasion de trouver des plantes de blé qui portaient l'un ou l'autre de ces champignons; j'ai vu que ceux-ci conservaient leur forme depuis le moment de leur première apparition jusqu'à leur dispersion; j'ai vu que souvent la même plante portait plusieurs de ces champignons, et que chacun végétait de son côté plus ou moins mêlé avec ses voisins. L'étude attentive des champignons parasites présente souvent de pareils mélanges; on peut les voir presque à l'œil nu sur les feuilles des rosiers ou des ronces attaquées à la fois ou séparément par des uredos et des puccinies, tantôt réunis, tantôt séparés. Il n'y a donc rien d'extraordinaire à voir les diverses parasites qui attaquent nos céréales se mêler ensemble sur les mêmes feuilles. L'uredo linéaire et la puccinie des graminées épuisent les céréales comme la rouille, mais à un degré moins intense : ils sont cependant beaucoup plus gros qu'elle, mais toujours aussi moins nombreux. L'uredo linéaire a souvent été confondu avec la rouille, et la puccinie a été prise par plusieurs agronomes pour un état particulier du charbon, et reçoit souvent, comme celui-ci, les noms de *noir* et de *moucheté*. On ne connaît aucun moyen curatif contre les parasites qui, confondues sous le nom de rouille, attaquent les feuilles des céréales : les seuls moyens préser-

vatifs qu'on puisse indiquer, sont d'éviter de semer les céréales dans les lieux bas et humides, et de ne pas faire succéder dans les assolemens une céréale à une autre qui aurait déjà été attaquée d'une maladie.

Le charbon et la carie sont deux maladies très-fréquentes dans nos céréales, et qui ont été long-temps, sous les noms d'*ustilage* ou de *nielle*, confondues par les agriculteurs, et plus encore par les botanistes. L'une et l'autre sont produites par des uredos; mais, au lieu de se développer sur les feuilles, elles naissent dans les parties de la fructification ou dans la graine elle-même.

Le charbon (1) est dû à un uredo que je nomme *U. carbo*, pour désigner à la fois et son apparence et son nom vulgaire. On le distingue de celui qui produit la carie, en ce qu'il attaque, non l'intérieur des graines, mais les glumes et les graines elles-mêmes par leur surface, ou, selon M. Ad. Brongniart (2), le petit pédicelle qui supporte les organes floraux; à la fin de sa vie, il les recouvre d'une poudre noire très-abondante, inodore, lors même qu'elle est fraîche, toujours visible à l'extérieur, et composée de capsules sphériques extrêmement petites. Le charbon attaque toutes les céréales, et la plupart des graminées sauvages. Il est surtout commun dans l'avoine; et la maladie du riz, connue en Piémont sous le nom de *bruzone*, paraît être due à la même cause (3).

(1) Voy. Ré, *Sulle malattie delle piante*, p. 376, *sulla fuliginc ó carbone*.

(2) Ann. sc. nat., 20, p. 171, pl. 2.

(3) DC. Bibl. univ., 1830, vol. 1, p. 85. Voyez, pour les détails de cette maladie, les mémoires de MM. Ré, Ragazzoni et Trompeo, mentionnés au Bull. des sc. agric., 7, p. 367.

Cette poussière se disperse ordinairement avant la moisson, et ne peut par conséquent se trouver qu'en très-petite quantité mêlée avec la farine à laquelle il ne paraît pas qu'elle communique une qualité délétère. Le charbon nuit donc essentiellement, en ce qu'il diminue la quantité de la récolte; mais il altère peu les parties qu'il n'attaque pas directement. Il est sûrement beaucoup moins contagieux que la carie, et quelques observateurs, tels que M. Plathner (1), révoquent même en doute (il est vrai, d'après une seule expérience) sa faculté contagieuse. Il est connu des cultivateurs sous le nom de *charbon*, *charbonnette*, *carboucle*, *cerbucle*, *charbouille*, *nielle*, *nielle volante*, etc.; mais plusieurs de ces noms s'appliquent aussi à la carie dans certaines provinces. Les divers procédés de chaulage et de sulfatage dont nous parlerons tout à l'heure à l'occasion de la carie, ne paraissent pas, d'après des expériences de M. Vilmorin (2), avoir sur la destruction du charbon la même efficacité qu'ils ont sur la carie; mais ces expériences ont besoin d'être répétées et variées.

La carie (3) est le produit d'une espèce de champignon long-temps confondu avec le précédent, et que je nomme *uredo caries*. Cet uredo est composé de globules un peu plus gros que ceux du charbon; sa poussière est d'un noir tirant sur le brun ou l'olivâtre; elle est remarquable, lorsqu'elle est fraîche, par sa fétidité; elle at-

(1) *Neu. Sarhrbach der lan divisch*, 4, p. 2, pl. 8; Bull. sc. agr., 11, p. 241.

(2) Cultivateur, vol. 5, p. 97, 1831, 76.

(3) Voy. Ré, *Sulle malat. delle piante*, p. 380; *Sulla gelpe o volpe o fama.*

taque surtout le grain du froment. Le grain carié est un peu plus petit qu'à l'ordinaire, légèrement ridé, un peu grisâtre, et rempli d'une poudre noire, fétide, et qui ne sort pas à l'extérieur pendant la végétation du froment : cette poudre reste donc tout entière pour la récolte ; elle s'attache aux grains sains, auxquels elle communique la maladie pour les plantes qui en naîtront l'année suivante ; et lorsqu'elle est abondante, elle communique à la farine une odeur désagréable et une qualité qui paraît mal saine. Cette mal[illegible]t connue des cultivateurs sous les noms de *noi*[illegible]*on*, *charbonnette*, *nielle*, *carboucle*, *nible*, *neuble*, *p*[illegible], *charbouille*, *chamblure*, *moucheture*, *moucheron*, *blé moucheté*, *molage*, *mâchure*, *broudure*, *brousure*, *pourriture*, *butz*, *foudré*, *bosse*, *cloque*, *ruble*, *nubli*, *bouté*, *faux-blé*, *cloche*, *gras*, etc. ; mais la plupart de ces noms s'appliquent aussi au vrai charbon. La carie fait des ravages considérables dans presque tous les pays où les céréales se cultivent en grand, notamment dans la Beauce, la Belgique, la plaine de la Garonne, etc. ; partout on a tenté des moyens divers pour en préserver les moissons.

La carie, et probablement le charbon, paraissent se communiquer aux grains de deux manières : ou bien parce que sa poussière, tombant à terre, peut, l'année suivante, y être absorbée par les jeunes plantes et se développer dans le champ ; une rotation de culture telle, que les céréales ne reviennent pas trop souvent sur un même champ, peut seule diminuer l'effet de cette cause. Cette précaution est surtout utile contre le charbon qui répand sa poussière avant la moisson. En second lieu, les grains sains, en contact avec les grains malades, se

chargent d'une certaine quantité de cette poudre, laquelle est ensuite absorbée par la jeune plante et y développe la maladie. Ce mode de propagation est peu important pour le charbon, mais il l'est beaucoup pour la carie. La méthode à suivre est évidemment de faire en sorte de semer des grains bien nets de carie. Sous ce rapport, ce qu'il y a de plus simple, est de choisir les grains de semence dans les cantons où il y a peu ou point de carie ; et c'est là sans doute une des causes qui a déterminé l'opinion si généra[redacted]la nécessité de changer les semences. Lorsqu'o[redacted]ouve trop éloigné de cantons sans carie, on a rec[redacted]à divers genres de précautions : on commence d'abord par choisir les semences dans les parties de la récolte les moins attaquées. Dans quelques parties du département de la Haute-Marne, on pousse cette précaution au point de choisir un à un, dans les plus belles gerbes, les épis les plus sains et les plus vigoureux : c'est ce qu'on appelle *élire la semence.*

Lorsque le grain destiné pour la semence a été choisi avec plus ou moins de soin, on le crible plusieurs fois, et le frottement tend déjà à le débarrasser d'une partie de la poussière qui pourrait y adhérer, ou bien on le lave à grande eau, à froid, ou mieux encore à chaud, ou bien enfin (car l'expérience a prouvé que les moyens précédens sont insuffisans) on soumet le grain à l'action d'une substance assez corrosive pour altérer la poudre de la carie, et pas assez pour nuire au grain lui-même ; mais les coutumes et les opinions varient encore, quant au choix de la matière et au mode de son application.

Dans presque toutes les parties de la France où la carie fait des ravages, on se sert de chaux vive dissoute dans

l'eau, et dans laquelle on laisse tremper le grain environ de douze à vingt-quatre heures, selon la force de la chaux. Ce procédé a été répandu et régularisé par les soins de MM. Tillet et Tessier, qui ont prouvé son utilité par des expériences nombreuses. On ne peut nier cependant que dans les pays, dans les champs où le chaulage est usité, il n'y ait encore beaucoup de carie : aussi dans plusieurs provinces on a cherché à augmenter son action par divers mélanges, tels que l'arsenic, les sels cuivreux et ferrugineux, le sel marin, l'eau de fumier, l'oxide de cuivre, l'alun, les cendres, etc. Tous ces mélanges me paraissent répondre au but qu'on se propose, et l'arsenic seul devrait être rejeté, à cause du danger qu'il y a à populariser son emploi, comme on le fait dans les départemens du nord; mais de toutes ces matières, celles qui paraissent avoir le plus d'action sont les oxides et les sels cuivreux. M. Benedict Prévost, ayant remarqué que, dans la plaine entre le Tarn et la Garonne, où tout le monde chaule, il y avait encore beaucoup de carie, et que celle-ci manquait dans les champs de deux propriétaires qui, par hasard, faisaient l'opération du chaulage dans une chaudière de cuivre, reconnut que cette chaudière était encroûtée de vert-de-gris, et partit de ce fait curieux pour étudier l'action des préparations cuivreuses. Après divers essais, il s'est assuré que le sulfate de cuivre ou vitriol bleu était la substance la plus utile à employer. Il met dans une cuve autant de fois 14 litres d'eau qu'il a d'hectolitres de blé à préparer, et il y fait dissoudre autant de fois 90 grammes de sulfate de cuivre (1); il a deux

(1) Cela revient à 23 pintes d'eau, et 4 onces et demie, poids

autres vases de la capacité de deux ou trois hectolitres, dans lesquels il met du blé, et où il verse la dissolution, de manière à le recouvrir de la hauteur de la main; il le remue, enlève les grains qui surnagent, verse le blé dans un second vase, où on le traite de même, puis sur une corbeille ou filtre quelconque, où on le débarrasse de l'eau saturée de vitriol. Du blé infesté de poudre de carie, et ensuite préparé par ce procédé, n'a présenté qu'un épi carié sur 4000, tandis que le même blé infesté de carie en avait 1 sur 3, et que, laissé dans son état naturel, il en a présenté 1 sur 150. Ces détails importans, et dignes de toute l'attention des agriculteurs, sont extraits du mémoire de M. Prévost, publié par ordre de la Société des sciences et arts de Montauban, et je me plais à rendre hommage aux travaux de ce savant ingénieux.

Dès-lors la pratique des agriculteurs a sanctionné l'utilité de la propriété du sulfate de cuivre dans le chaulage, que quelques-uns nomment, avec plus de raison, sulfatage. En particulier, M. Plathner confirme ces résultats par une expérience intéressante (1). Sur 1000 grains d'un

---

de marc, de vitriol bleu pour un setier de blé, mesure de Paris; ou encore, en termes applicables à tous les pays, pour 100 mesures de blé, on en mettra 14 d'eau imprégnée de la 150e partie de son poids de sulfate de cuivre ou vitriol bleu. Au reste, ces proportions peuvent être excédées du double, sans utilité il est vrai, mais sans inconvénient. M. Morel de Vindé (Ann. de Roville, 4, p. 326) emploie par pinte d'eau un gros et demi de vitriol bleu, et une once de sel marin gris ordinaire.

(1) *Neu. Jahrb. fur. Landwiss*, v. 4, p. 1, p. 98; Bull. sc. agr., 11, p. 242.

froment carié, il a eu encore, après l'avoir purifié par le vannage, 422 tiges cariées; en le lavant à l'eau simple, le nombre s'est réduit à 118; avec la chaux, à 68; avec le vitriol de cuivre, de 28 à 31. Le sulfate tend, dit-on, aussi à accélérer un peu la germination.

Le maïs est sujet à une maladie qui ressemble beaucoup au charbon, mais qui se rapproche de la carie, à quelques égards. On la nomme généralement *charbon du maïs*. Elle est due, comme les précédentes, à la présence d'un champignon parasite que j'ai nommé *Uredo maïdis*. Cet uredo, vu au microscope, ressemble beaucoup à l'*U. carbo*, et pourrait bien n'en être qu'une variété. Il attaque tantôt la tige à l'aisselle des feuilles, tantôt les fleurs mâles, tantôt les graines elles-mêmes. La partie attaquée grossit et prend la forme d'une tumeur, d'abord charnue, puis entièrement remplie d'une poussière noirâtre, presque inodore, si on la compare à la carie, et très-abondante. Ces tumeurs ont depuis la grosseur d'un pois ou d'une noisette, lorsqu'elles naissent sur les fleurs mâles, jusqu'à celle du poing, et au-delà lorsqu'elles naissent sur la tige, ou même sur le grain. Elles sont enveloppées par l'épiderme distendu, qui, lorsque l'uredo est parvenu à sa maturité, se rompt au moindre choc, et laisse échapper la poussière qu'il renferme. On voit que l'uredo du maïs diffère du charbon, en ce qu'il attaque le grain par l'intérieur, et de la carie, parce qu'il le distend, et qu'il est inodore. Il serait curieux de savoir si des grains de blé, saupoudrés par la poussière du charbon du maïs, prendraient eux-mêmes le charbon. Quoi qu'il en soit, ce champignon monstrueux se développe surtout dans les lieux et les années humides. On a remarqué qu'il est de-

venu plus fréquent dans le Piémont depuis qu'on y a l'usage d'arroser le maïs (1).

De toutes les maladies propres à nos céréales, l'ergot (2) paraît être celle dont la nature est la plus mystérieuse. On sait qu'on désigne sous ce nom une excroissance dure, compacte, cylindrique, à peu près en forme de corne obtuse, ordinairement blanche ou grise à l'intérieur, d'un noir tirant un peu sur le violet à l'extérieur. Cette excroissance sort d'entre les glumes des graminées et occupe la place du grain; elle est très-commune dans le seigle, mais se retrouve dans presque tous les genres des gramens cultivés et sauvages. L'ergot est surtout commun dans les terrains pierreux et stériles: quelques provinces, telles que la Sologne, en sont infestées. Cette production est fatale pour le cultivateur. En effet, l'ergot mêlé avec le bon grain en quantité un peu considérable, altère la qualité de la farine au point de la rendre presque vénéneuse. Il paraît probable, d'après les observations de M. Tessier, que l'usage habituel du pain fait avec du seigle ergoté est la cause de cette gangrène sèche ou nécrose des extrémités, commune dans la

(1) On peut consulter, sur cette maladie du maïs, un mémoire de Tillet, inséré parmi ceux de l'Acad. des sc. de Paris pour 1760, et un d'Imhof, *de zeæ maidis morbo*, in-fol, *Argentorati*, 1784; l'article *Charbon*, fait par Bosc dans le Dict. d'agric.; deux dissertations publiées par M. Carradori, dans le *Giornale Pisano*, vol. 7 et 10; Ré, *Sulle malattie delle piante*, p. 187, *Fungo del maiz;* et enfin une analyse fort curieuse, publiée par M. Dulong d'Astafort, Journ. de pharm., 1828, p. 556.

(2) Voy. Ré, *Sulle malattie delle piante*, p. 389, *Granos prone.*

Sologne. Les recherches contradictoires de quelques autres savans ont montré que cet effet n'était pas constant, et ont conduit à distinguer un ergot *malin* et un ergot *benin*. Le premier est, dit-on, d'un gris foncé en dedans, et le second blanc à l'intérieur. Ce qui paraît mieux constaté aujourd'hui, c'est l'action spécifique excitante de l'ergot sur la matrice, qui le fait employer comme médicament actif pour faciliter les accouchemens. L'ergot du maïs, qui ne se développe qu'en Amérique, a, selon M. Roulin (1), la singulière propriété de déterminer la chute des poils des mules qu'on en nourrit, et d'exciter les poules à pondre des œufs sans coquille. On a beaucoup disputé sur l'origine de l'ergot, et tous les agronomes se sont accordés pour le considérer comme une simple altération morbifique du grain. Les uns attribuaient cette altération à la piqûre des insectes; mais il a été prouvé que l'ergot se développe très-bien sans qu'on y aperçoive aucun indice de l'action d'un insecte (2); d'autres, au défaut de fécondation; mais on sait très-bien que, dans ce cas, il y a absence de grain et non exubérance de matière; ceux-ci à l'action de l'humidité, ceux-là à l'action de la sécheresse, et enfin on s'est contenté de classer l'ergot parmi les maladies dont la cause est inconnue. J'ai déjà

(1) Roulin, Ann. sc. nat., 19, p. 282.

(2) M. Martin Field (Journ. pharm., 1826, p. 140) croit qu'il est dû à une mouche qui pique le grain encore pulpeux, mais n'y dépose pas ses œufs. Ce genre d'action paraît tout-à-fait insolite dans les mœurs des insectes, et n'a pas, que je sache, été vérifié.

annoncé ailleurs (1) que je regarde l'ergot comme un champignon parasite du genre des *sclerotium*; et pour faire concevoir cette assertion, il est nécessaire de dire quelques mots de la manière de vivre des champignons de ce genre.

Les sclérotes sont des fongosités qui, comme les truffes, sont dépourvues de racine; leur consistance est celle d'une chair dure, ferme (σκληρος, dur), compacte et homogène. Cette chair est revêtue par un épiderme qui est presque toujours noir. Ces fongosités sont arrondies ou oblongues, souvent de forme peu constante. Cette description convient en tous points à l'ergot; mais l'ergot est parasite sur des végétaux vivans; quelques sclérotiums, comme le *S. cyparissiæ*, le sont aussi. L'ergot est à l'intérieur d'une consistance compacte un peu féculente. Le *S. durum* présente exactement la même apparence. L'ergot offre souvent, d'un côté, une cannelure longitudinale semblable à celle du grain: cela s'explique par l'exemple du *S. helianthi* qui se moule sur les grains de l'hélianthe, et prend de lui-même leurs formes. Le champignon, qui dans mon opinion produit l'ergot ou plutôt est l'ergot même, naît dans l'ovaire comme celui de la carie; étant infiniment plus gros que celui-ci, il tue l'ovaire et sort de cette enveloppe; mais en en sortant il se moule dans sa jeunesse sur la forme même du grain, et conserve souvent cette apparence. On conçoit d'après cette exposition comment l'ergot se trouve remplacer le grain: si l'on a, dit-on (car c'est un

(1) Mémoire sur le genre *sclerotium*, dans les Mém. du mus. d'hist. nat. de Paris, vol. 2, p. 401, avec une planche.

fait fort rare et que je n'ai jamais pu rencontrer); si l'on a, dis-je, trouvé des grains qui étaient moitié seigle, moitié ergot, c'est que celui-ci, au lieu de détruire l'ovaire en entier, n'en avait détruit qu'une portion. Ne voit-on pas des grains de froment à moitié cariés, à moitié charbonnés, et nie-t-on pour cela que la carie ou le charbon soient des champignons?

Lorsqu'on suit le développement de l'ergot, on reste toujours plus convaincu de la vérité de cette assertion. Dans tout ce qu'en dit M. Tessier, il semble qu'on lit la description de la croissance d'un champignon (voyez *Mal. des grains*, p. 37, 41); enfin, cette nature si habituellement vénéneuse de l'ergot ne semble-t-elle pas indiquer encore son analogie avec cette famille des champignons où se trouvent tant de poisons?

L'opinion que je viens de présenter sur la nature de l'ergot pourra paraître hasardée, parce qu'aucun agriculteur, et même peu de botanistes, connaissent les sclérotiums, champignons en général assez rares et découverts depuis peu de temps. Je prie cependant ceux qui voudront révoquer en doute cette assertion, de commencer par connaître quelques espèces de sclérotiums avant d'en venir à l'étude du *sclerotium clavus* (1): c'est ainsi que je désigne l'ergot dans la série méthodique des végétaux. Mon opinion sur la nature de l'ergot a été admise par M. Fries (2), qui, comme chacun sait, est le botaniste de nos jours qui connaît le mieux les champignons: il n'en diffère qu'en ce qu'il considère l'ergot

(1) Mém. mus. d'hist. nat., 2, p. 411, pl. 14, fig. 8.
(2) Syst. mycol., 2, p. 268.

comme constituant un genre voisin du sclérotium, et qu'il le nomme *spermœdia clavus*. M. Léveillé a aussi admis cette opinion et le décrit sous le nom générique de *sphacelia* (1). D'après l'opinion que je me suis faite de la nature de l'ergot, je crois qu'on ferait bien, dans les pays où il est très-commun, de le récolter pour le détruire, et détruire avec lui les graines qui en produiraient d'autres pour l'avenir.

On trouvera peut-être que je me suis étendu trop longuement sur l'histoire des plantes parasites; mais ce sujet est un de ceux qui a dès long-temps piqué ma curiosité, et où l'application de la botanique à la physiologie végétale et à l'agriculture est le plus évidente. Pour compléter l'histoire des maladies les plus ordinaires des céréales, on devra y joindre le blé rachitique que j'ai mentionné au chap. XIII, p. 1386.

§. 5. Parasites intestinales douteuses qui attaquent les végétaux morts ou mourans, ou nécrogènes.

Dans tous les exemples que nous venons de citer, il ne peut y avoir aucun doute sur le parasitisme des cryptogames qui se développent à l'extérieur des grands végétaux, puisqu'on ne les trouve jamais que sur des végétaux vivans; mais que devons-nous penser d'un grand nombre d'autres cryptogames analogues, qui se développent ou sur des végétaux prêts à mourir, et dans ce cas ils accélèrent leur mort, ou sur des organes déjà morts, et alors ils accélèrent fréquemment leur décomposition?

(1) Mém. soc. linn. de Paris, 1827, vol. 5, p. 565.

On peut dire, au moins des premières, que ce sont des parasites, puisqu'elles ne vivent que sur des végétaux qui ont encore un reste de vie; mais ces espèces ont tant d'analogie, dans les formes et dans la manière de se développer, avec celles qui vivent sur les végétaux ou sur les organes morts, qu'il est difficile de croire qu'ils ne soient pas de la même classe physiologique : on serait tenté d'admettre que leur station sur les végétaux mourans est déterminée par la nature altérée des sucs que ceux-ci leur présentent. La limite entre les deux classes de cryptogames que je réunis ici, est extrêmement difficile à tracer, de sorte qu'on peut, à volonté, considérer le groupe d'êtres dont je m'occupe ici, ou comme formant le dernier échelon du parasitisme vrai, ou comme constituant le premier degré du faux parasitisme. Si je me décide à le placer ici plutôt que dans le chapitre suivant, c'est à cause de la grande similitude que les phénomènes du développement de ces cryptogames présentent avec celui des vraies parasites intestinales.

Presque toutes les plantes qui composent ce groupe appartiennent à la division que j'ai établie dans la *Flore française*, sous le nom d'hypoxylons, et en particulier aux genres sphæria, xyloma, hypoderma, rhizomorpha, etc. Plusieurs espèces de ces divers genres naissent dans le tissu encore vivant des feuilles ou des écorces, ou les percent pour s'épanouir au dehors et y répandre leurs graines ou les corps qui en tiennent lieu. Ainsi le *sphæria typhina*, le *xyloma salicinum*, etc., se comportent comme les parasites intestinales. Il en est d'autres qui se développent dans le tissu vivant des feuilles ou des écorces, mais qui sphacèlent le parenchyme tout

autour d'elles, et qui paraissent cependant végéter et produire leurs graines, quoique entourées d'un tissu mort ou presque mort. Telles sont un grand nombre de sphéries long-temps confondues sous le nom de punctiformes: enfin il en est d'autres qu'on ne voit se développer que sur des organes déjà frappés de mort ou très-près de l'être : telles sont les hypoxylons des vieilles écorces, des vieux bois, des écailles âgées des cônes, etc.

Il est très-vraisemblable que les germes de ces hypoxylons sont introduits avec la sève dans l'intérieur du tissu pendant la vie de la plante, mais que ces germes ne peuvent se développer que lorsque l'approche de la mort altère la nature des sucs, ou diminue la force de résistance du tissu vivant. On observe de même dans le règne animal que certains vers intestinaux ne peuvent se développer dans le tissu des animaux que lorsque ceux-ci sont affaiblis par l'âge ou la maladie, et on combat leur développement par des médicamens toniques ou roborans.

Lorsqu'une fois les cryptogames intestinales de l'ordre dont je parle ici se sont développées dans le tissu altéré ou affaibli, elles tendent, par leur absorption, ou en général par leur action propre, à en accélérer la décomposition. On conçoit ainsi comment il peut y en avoir qui se développent à toutes sortes de degrés d'altération, et même après la mort, et comment elles naissent dans l'intérieur du tissu à toutes les diverses époques.

Plusieurs de ces cryptogames déterminent sur les feuilles et sur les écorces un grand nombre de taches, de pustules, de fissures diverses, quant à leurs formes et à leurs couleurs. Ce sont bien des maladies pour les

végétaux qui en subissent l'action, mais ce sont des maladies qui attaquent des végétaux déjà très-menacés, et qui, en accélérant leur mort, préparent plus promptement la place pour des végétations nouvelles. Elles sont, sous ce rapport, peu redoutables pour l'agriculture, et la plupart d'entre elles sont tout-à-fait inertes, soit parce qu'elles s'attaquent à des organes, comme les feuilles, qui doivent naturellement se détacher du végétal; soit parce qu'elles naissent sur des organes, comme les troncs, trop vigoureux pour être sensiblement altérés par de si faibles ennemis.

CHAPITRE XV.

De l'Influence que les végétaux exercent les uns sur les autres par leur simple rapprochement.

Pour que les végétaux se nuisent entre eux, il n'est pas nécessaire qu'ils vivent aux dépens les uns des autres; le simple rapprochement peut produire cet effet, et il agit sous des points de vue très-divers, tantôt réunis, tantôt séparés. Parmi ces faits, il en est de très-évidens, et qui n'auront besoin que d'être indiqués. Il en est de plus obscurs qu'il sera nécessaire de présenter avec quelques détails. Nous les classerons sous trois séries, savoir : 1° ce qui est directement relatif au rapprochement qui comprend l'histoire du faux parasitisme, l'action de la compression, de l'ombrage des cimes, de la voracité des racines; 2° ce qui tient à la nature des excrétions végétales; 3° ce qui est déterminé par les végétaux morts, considérés dans leur action sur le sol.

§. 1. Du faux Parasitisme.

Il est des plantes qui vivent sur d'autres dans une situation telle, qu'il est difficile de ne pas les confondre avec les vraies parasites, mais qui ne paraissent cependant en tirer aucune nourriture. Ces nombreuses cryptogames, qui sortent de dessous l'épiderme des végétaux

morts ou mourans, appartiennent peut-être à cette série; mais elle se compose plus évidemment d'un grand nombre de plantes qui s'établissent sur d'autres végétaux par l'extérieur, et jouent à la première vue le rôle de parasites externes : on les appelle souvent parasites, mais plus exactement *fausses parasites*. Elles peuvent appartenir à toutes les classes des végétaux.

Parmi les vasculaires, on peut citer entre les exogènes : 1° le lierre commun *(hedera helix)*, qui s'accroche aux écorces des arbres au moyen de petits crampons très-nombreux, mais qui ne s'implante point dans l'écorce. Les branches stériles du *margravia umbellata* s'accrochent au tronc de l'*areca oleracea* au moyen de crampons fort analogues à ceux du lierre, d'après l'observation de M. Wydler; 2° la vigne vierge *(ampelopsis quinquefolia)*, le *bignonia radicans*, et plusieurs autres, qui s'accrochent au moyen de vrilles ou de racines adventives, lesquelles s'appliquent sur l'écorce, et y forment une espèce d'épâtement propre à les fixer ; 3° une foule de plantes diverses qui germent accidentellement sur les écorces ou dans les cavités des vieux troncs, telles que l'herbe à robert, la chélidoine, et même des cerisiers, dont les noyaux semés par les oiseaux germent quelquefois sur de vieux arbres, comme je l'ai cité en parlant des fausses greffes (liv. IV, chap. IV), ou des ormeaux, dont les samares sont portées par les vents sur de vieux arbres et y germent ou y végètent quelque temps, etc.; 4° une grande partie des lianes, dont les jets alongés s'étendent, surtout dans les pays chauds, sur les branches des forêts, et se soutiennent ainsi sans enlacement bien prononcé, par exemple, le solandra, etc.

Parmi les endogènes, on trouve de même, 1° un grand nombre d'orchidées qui naissent sur les écorces, et poussent des racines rampantes à leur surface; celles-ci paraissent pomper l'humidité extérieure, mais ne percent jamais les racines : telles sont les épidendrées; plusieurs bromeliées, asphodelées, etc., vivent d'une manière analogue. 2° Quelques-unes, telles que le *tillandria usneoides*, vivent sur l'écorce comme sur un support, sans en tirer la nourriture, et en poussant peu ou point de racines, de manière à ce qu'elles semblent vivre de l'air seulement. 3° Plusieurs endogènes germent et vivent sur de vieux troncs, comme sur une espèce de terreau susceptible de leur fournir de l'humidité : telles sont le *polypodium vulgare*, etc. 4° Enfin les lianes endogènes vivent sur les arbres des forêts intertropicales comme sur des supports : telles sont les dioscorea, les smilax, etc.

Ce qui prouve que toutes ces plantes vasculaires ne tirent point de sève élaborée des végétaux qui les portent, c'est, 1° qu'elles peuvent vivre indifféremment sur toutes sortes d'arbres; 2° que la plupart grimpent presque aussi bien sur des murs, des rochers ou des arbres morts, que sur des arbres vivans, comme on le voit pour le lierre, etc.; 3° que plusieurs d'entre elles peuvent être cultivées en terre comme des végétaux ordinaires, ainsi que le prouve la culture habituelle de plusieurs épidendrées. Il faut convenir cependant que la plupart de ces plantes vivent mieux sur les végétaux vivans que dans toute autre position. Il paraît qu'elles absorbent l'humidité superficielle des troncs ou des écorces, et que, ne la trouvant plus sur les troncs morts, elles ne peuvent s'y développer aussi bien.

C'est ainsi que le lierre meurt souvent lorsque l'arbre qui le porte vient à mourir, tandis que nous le voyons prospérer sur des murs ou des rochers un peu humides.

Un grand nombre de végétaux cellulaires doivent de même être rangés parmi les faux parasites; mais comme nous connaissons moins bien leur manière de vivre, nous sommes plus souvent réduits à décider la question par de simples analogies.

Les mousses et plusieurs hépatiques vivent sur les écorces des arbres vivans d'une manière si régulière, qu'on pourrait les croire parasites; mais parmi ces espèces, il en est plusieurs qui vivent indifféremment sur les rochers et sur les troncs. Nous sommes autorisés à penser qu'ils ne se nourrissent que de l'humidité superficielle, et nous étendons, je crois avec raison, cette conclusion à toutes les autres espèces de ces familles. Le problème le plus difficile qu'elles présentent est de savoir comment elles se fixent sur les écorces ou les pierres : elles paraissent le faire au moyen de petits crampons radiciformes, de couleur brune, que je serais assez tenté de comparer aux crampons du lierre, mais dont l'histoire physiologique ne me paraît pas encore bien éclairée.

Les lichens ont beaucoup d'analogie à cet égard avec les mousses et les hépatiques, et un grand nombre d'entre eux vivent indifféremment sur toutes sortes d'arbres, et même sur les rochers. Les noms spécifiques qui désignent les arbres sur lesquels ils sont censés croître ne doivent faire aucune illusion à cet égard, et veulent dire tout au plus qu'ils naissent plus volontiers sur telle espèce que sur telle autre : ainsi les épithètes

de *fraxineus*, *prunastri*, etc., sont appliquées à des lichens qu'on trouve sur toutes sortes d'arbres morts ou vivans, ou même sur des poutres ou des rochers.

Les champignons qui ne naissent pas de dessous l'épiderme vivent sur les écorces, les bois, les feuilles, les fruits, d'après des circonstances qui paraissent indépendantes de la vie de ces corps, et tenir seulement à la consistance de leur tissu plus ou moins propre à fournir à chaque espèce de champignons la quantité d'humidité convenable à leurs besoins.

Enfin les petites espèces d'algues vivent sur les grandes espèces comme sur des supports dont la flexibilité leur permet de lutter avec avantage contre les mouvemens des flots, mais évidemment sans en tirer aucune nourriture.

La plupart des fausses parasites nuisent peu aux végétaux qui les portent, et leur action paraît se réduire à des influences indirectes. Ainsi, 1° elles maintiennent par leur ombre, leur abri, et peut-être par leurs exhalaisons, un peu d'humidité superficielle sur les écorces; 2° elles servent d'abri pour les insectes qui s'y cachent et y déposent leurs œufs; 3° dans quelques cas spéciaux où elles se développent beaucoup sur certains végétaux, elles peuvent déterminer des accidens par leur poids ou la prise qu'elles offrent aux vents.

Les agriculteurs sont divisés sur la question de savoir si l'on doit enlever les mousses et les lichens de l'écorce des arbres, et j'avoue que je ne connais aucune expérience positive qui en prouve l'utilité. S'il y en a quelqu'une, il est au moins certain qu'elle est très-faible. Ce ne sont point les mousses, les lichens, etc., qui gercent et altè-

rent l'écorce des vieux arbres ; mais ces plantes se développent d'autant plus facilement, que l'écorce déjà gercée par l'âge leur présente des points d'appui plus multipliés ; mais ces touffes adventives servent de repaires aux insectes, et sous ce rapport leur destruction paraît utile. (Voy. ci-dessus, chap. XIII, art. 3.)

§. 2. De la Compression.

Nous avons déjà vu, en parlant des maladies produites par des causes mécaniques, que toute compression est susceptible de déterminer des accidens sur les végétaux vivans ; il serait superflu d'entrer dans des détails pour montrer que des végétaux trop rapprochés peuvent empêcher leur développement réciproque, et que les plus faibles doivent souffrir de la compression déterminée par les plus robustes. Mais je dirai quelques mots de certains cas spéciaux de cette classe de phénomènes.

Lorsque les tiges volubles s'entortillent autour des autres végétaux, elles produisent des effets très-divers selon leur consistance et leur durée. Les tiges annuelles sont rarement dangereuses, même pour des végétaux herbacés, à moins que, comme la cuscute, elles ne soient en même temps parasites ; mais les tiges vivaces, et qui deviennent coriaces ou ligneuses, finissent par devenir très-redoutables, et quelques-unes, telles que le *periploca græca*, le *wisteria frutescens*, etc., ont reçu le nom populaire de *bourreaux des arbres*. Ces tiges, pendant leur première année, s'entortillent autour de leur support ; dès la seconde année, celui-ci grossit, et comme la tige voluble endurcie ne peut se détortiller, le support se

serre lui-même dans ses nœuds : peu à peu il grossit tellement, que la tige voluble, ne pouvant céder, s'incruste dans le tronc qui la porte, comme le fait une corde ou un fil de fer noué autour d'un arbre ; le tronc du support offre un bourrelet spiral, qui suit les circonvolutions de la liane, et il arrive tôt ou tard un terme où la tige qui sert de support est tuée par cet étranglement. C'est là ce qui se passe dans les exogènes ; mais les endogènes, qui s'alongent par l'extrémité, sans grossir en diamètre, peuvent impunément être entourées par les lianes les plus robustes ; elles peuvent même en être enveloppées sans en souffrir. Ainsi j'ai cité dans l'*Organographie*, pl. 4, l'exemple d'un palmier de Cayenne qui a été entouré par un figuier (1), dont les branches soudées ensemble lui formaient comme une sorte d'étui.

Les parties d'un même végétal peuvent quelquefois influer les unes sur les autres à titre de corps comprimans : ainsi j'ai indiqué ailleurs comment les parties comprimantes peuvent déterminer le sphacèle ou l'avortement des organes voisins ; comment, en particulier, le côté des fleurs qui est appliqué contre l'axe de l'épi, peut déterminer des phénomènes variés d'avortement, qui sont constans, parce qu'ils sont déterminés par des causes inhérentes à l'espèce. Ce sont des considérations que j'ai présentées dès 1813 (2), et que j'ai

(1) C'est par un *lapsus pennæ* que j'ai dit ce palmier entouré d'un bauhinia ; il l'est certainement par un figuier, et mon propre échantillon en portait l'étiquette.

(2) Théor. élém., 1re édit.

vues dès-lors fréquemment reproduites par d'autres ; je les rappelle de nouveau ici pour en montrer la liaison avec les compressions déterminées par d'autres végétaux.

§. 3. De l'Ombrage.

Tout le monde sait que l'ombre des arbres nuit aux herbes et aux arbrisseaux qui se trouvent au-dessous d'eux ; cet effet est produit par la réunion de deux et quelquefois peut-être trois causes différentes.

1°. Les arbres interceptent par leur ombrage la lumière nécessaire aux végétaux qui pourraient se développer autour de leur base. Cet effet est d'autant plus grand que les branches sont plus étalées, que le feuillage est plus épais, que sa durée sur l'arbre est plus prolongée, et que les végétaux qui croissent sous cette influence ont eux-mêmes besoin de plus de clarté. Ces élémens de la question expliquent la diversité d'action des diverses essences des forêts sur différens végétaux, et méritent un examen sérieux dans l'étude des stations des plantes des forêts, et dans les règles relatives à la culture des jardins paysagers.

2°. Les arbres interceptent aux végétaux qui naissent sous leur ombre le bénéfice de la rosée et celui de la pluie, d'où résulte que la partie du terrain qui entoure immédiatement la base d'un arbre, est habituellement trop sèche pour la végétation du plus grand nombre des plantes. Ainsi, ce n'est point à l'ombre des branches étalées qu'on doit placer les plantes qui craignent le soleil, car, en général, ce sont aussi des plantes qui aiment une humidité continue ; on se trouve mieux, sous ce

rapport, de l'ombre des murs verticaux ou des treillis, et de celle qu'on obtient par le rapprochement des végétaux à branches dressées, telles que les haies de thuya, de cyprès, etc. On a ainsi l'avantage de l'ombre, tout en conservant aux végétaux les bénéfices de la rosée et de la pluie. Il importe souvent, dans la culture des plantes délicates, d'obtenir une demi-ombre : on se trouve bien, sous ce rapport, de claies en bois mince ou en roseau, qui permettent le passage d'une partie des rayons du soleil et interceptent l'autre ; ces claies sont avantageuses à placer sur les châssis, les bâches, les serres, et sur les espaces réservés aux semis, aux plantes de terre de bruyère, etc.

3°. Les arbres paraissent quelquefois nuire aux végétaux délicats situés au-dessous d'eux, parce que l'eau de pluie, en tombant sur leur feuillage, se charge des matières solubles qui peuvent avoir été excrétées par les feuilles, et que cette eau, selon la nature de ces excrétions, peut nuire aux plantes sur lesquelles elle tombe : il est probable qu'une partie des effets que les ailantes, les noyers, les mancenilliers exercent sur les végétaux qui les entourent, tient à ces effluves spéciales.

Il est un très-petit nombre de cas où l'ombre des arbres sert à certains végétaux : ainsi on remarque que la température est généralement plus élevée à l'ombre des forêts ou des bosquets, qu'en rase campagne; et cet effet a surtout lieu le soir et pendant la nuit, parce que le calorique du sol ne peut pas s'en échapper par radiation, comme il le ferait sans l'obstacle que les branches lui présentent : il résulte de là que les végétaux transplantés dans un climat un peu plus froid que

le leur, peuvent y vivre à l'ombre des arbres, et non à l'air totalement libre : c'est ce qu'on observe souvent pour le laurier, le romarin, l'arbousier, etc., dans les climats de l'Europe plus froids que celui qui leur donne ordinairement naissance.

§. 4. De l'Entrecroisement et de la Voracité des racines.

Les spongioles radicales absorbent l'humidité du sol, et par conséquent les matières solubles et nutritives, avec d'autant plus d'activité, qu'elles sont plus nombreuses, qu'elles appartiennent à une espèce et à un individu plus vigoureux ; d'où résulte, 1° que, lorsque dans un terrain donné il se trouve plusieurs espèces ou plusieurs individus de forces différentes, les racines des plus vigoureux tendront à affamer les plus délicates ; 2° cette inégalité d'action assure l'avantage au premier occupant, qui développe ses racines à son aise, et devient ensuite un obstacle contre tous les autres végétaux qu'on tente de placer en concurrence avec lui.

C'est de cette circonstance qu'on déduit dans l'art de la culture le procédé par lequel on plante des bosquets, savoir, de planter à la fois les arbres et les buissons. Leurs racines se développent ensemble, et les arbustes peuvent ainsi lutter contre les racines des arbres, au moins tant que l'ombre ne les tue pas. Si, au contraire, on place un buisson près d'un arbre déjà vigoureux, les racines de celui-ci tendent souvent à l'épuiser.

Ce droit du premier occupant donne encore l'explication d'un grand phénomène de géographie botanique ; c'est que les forêts et les prairies s'excluent mutuelle-

ment dans l'état de nature. Que, par une cause quelconque, une forêt soit établie dans un lieu donné, son ombrage, la voracité et l'entrecroisement de ses racines, empêchent les graminées de se former sous elle en prairie. Qu'au contraire la prairie se soit développée la première, les graines des arbres ont beau y germer de temps en temps, les racines des jeunes arbres ne peuvent percer facilement le plexus serré des racines et des souches des graminées; et, si elles y réussissent, elles sont épuisées par la voracité de leurs racines plus nombreuses et plus développées que les leurs. Les agriculteurs combattent cet effet lorsqu'ils veulent former des vergers : ils ont soin de laisser autour des arbres, tant qu'ils sont jeunes, un espace vacant dont ils empêchent les graminées de s'emparer, jusqu'à ce que les racines de l'arbre soient assez fortes pour leur résister. Une grande partie des faits de la théorie des stations tient à la cause que je viens d'indiquer.

C'est encore à ces effets de l'entrecroisement et de la voracité des racines les unes par les autres que tient essentiellement l'utilité des travaux par lesquels on débarrasse les végétaux cultivés de ceux qui viennent se mêler avec eux. Ainsi l'humble bruyère nuit par ses enlacemens aux plus grands végétaux, et doit être exclue des forêts, surtout dans leur jeunesse.

L'action épuisante des arbres est, comme on sait, particulièrement sensible aux points où se trouvent les extrémités des racines. Ainsi Duhamel a remarqué que les ormeaux des routes nuisent aux céréales près du tronc lorsqu'ils sont jeunes, et à une distance considérable lorsqu'ils sont âgés. J'ai planté, il y a quelques

années, deux rangées de jeunes pins autour d'un vieux saule, l'une immédiatement autour du tronc, et l'autre à la distance qui correspondait à la circonférence de la cime. La première, quoique abritée contre le soleil et la rosée, a réussi, et tous les individus de la rangée extérieure ont péri.

Cette concurrence des racines tend à rendre raison de faits trop peu appréciés peut-être par les agriculteurs, savoir, l'avantage qu'on trouve, dans un grand nombre de cas, à espacer davantage qu'on ne le fait les végétaux cultivés. Lorsqu'il est question d'arbres, on sait bien que leur développement est plus grand lorsqu'on leur donne plus de place ; il en est de même des herbes. Ainsi, les expériences de Tull et celles de plusieurs agriculteurs modernes, prouvent que les céréales prospèrent mieux quand elles sont semées plus clair ; non-seulement chaque plante devient plus forte, mais sa force et son produit sont le plus souvent tels, qu'un espace donné rapporte plus lorsqu'on y a placé un moins grand nombre de plantes, comme on le fait avec le semoir, par exemple. La même proportion s'obtient dans la culture des pommes de terre qui rapportent plus sur un espace donné, lorsqu'on met à un pied qu'à six pouces, et plus à dix huit pouces qu'à un pied de distance. J'ai vu de même chez M. Auguste Cambon, près Montpellier, des luzernes plantées à un pied de distance, produire plus sur un espace donné que celles plantées à six pouces, celles à dix-huit pouces plus qu'à douze, celles à deux pieds plus qu'à un pied et demi. Il y aurait des expériences curieuses à faire sous ce rapport pour déterminer pour chaque espèce et pour chaque terrain la limite de dis-

tance où s'arrête ce bénéfice; il est dû, d'un côté, à la plus grande indépendance des racines; de l'autre, à l'action plus complète de l'air et de la lumière sur les plantes plus espacées.

5. Des Excrétions considérées dans leur action sur les Végétaux qui les absorbent.

Nous avons passé en revue, livre II, chap. VII, les diverses excrétions que les végétaux présentent : parmi ces excrétions, celles qui sortent des parties foliacées ont en général peu d'influence sur les végétaux, soit à raison de leur propre nature, soit parce qu'elles sont entraînées au loin par la mobilité de l'atmosphère; mais les excrétions des racines, quoique moins bien connues, paraissent jouer un rôle plus important, et méritent une attention plus particulière.

MM. de Humboldt et Plenck ont eu l'idée ingénieuse de chercher dans ce fait la cause des attractions et des répulsions de certaines plantes. Ainsi, si, comme on l'admet assez généralement, le cirse des champs nuit à l'avoine, l'euphorbe et la scabieuse au lin, l'érigeron acre et l'ivraie au froment, etc., cela pourrait être dû à ce que ces plantes suintent par leur racines quelque chose de nuisible à la végétation des autres : si, au contraire, la salicaire se plaît auprès du saule, la truffe auprès du chêne ou du charme, etc., c'est que peut-être elles tirent parti de quelque excrétion des racines de ces végétaux.

M. Macaire a confirmé par l'expérience ces données de l'observation : il a vu que des haricots languissent et meurent dans de l'eau qui renferme la matière préalable-

ment exsudée par les racines d'autres individus de la même espèce, tandis que des plantes de blé prospéraient dans cette même eau chargée des excrémens d'une légumineuse; fait important par sa liaison avec les données générales de l'agriculture.

Ces excrétions, une fois admises, pourraient servir à expliquer d'autres phénomènes d'une haute importance agricole, savoir, l'effritement du sol par certains végétaux, et les assolemens, soit simultanés, soit successifs: c'est ce que nous examinerons dans le chapitre suivant.

§. 6. Des Plantes sociales.

Dans le plus grand nombre des cas, les individus d'une même espèce de plantes sont dispersés sur le sol, soit par le hasard de la dissémination de leurs graines, soit par l'action réunie ou simultanée des causes précédentes; mais il est des cas où la disposition opposée est très-prononcée. Certaines espèces, que M. de Humboldt a nommées *sociales*, ont une tendance marquée à vivre en société, c'est-à-dire à ce que les individus naissent très-près les uns des autres et excluent les autres espèces. J'ai déjà montré dans les principes de géographie botanique (1), que ce fait tient à diverses causes: 1° à ce que certaines plantes tendent à se multiplier de drageons, de sorte qu'elles finissent par occuper un grand espace: c'est ce qui a lieu pour la piloselle et plusieurs plantes rampantes; 2° à ce que les plantes dont les graines sont à la fois lourdes et nombreuses, tombent dans les mêmes

(1) Dict. des sc. nat., vol. XVIII; et apart. in-8°, 1820.

lieux et germent autour de la plante-mère; 3° à ce que certains terrains sont si défavorables à la végétation de la majorité des plantes, qu'il n'y a qu'un certain nombre d'espèces qui peuvent y vivre, et celles-là, n'y rencontrant que peu de rivaux, s'y établissent en grand nombre, comme on le voit des éryngiums dans les sables, des potamogétons dans l'eau, des sphagnums dans les marais, etc. Les détails et les conséquences de ces lois doivent être renvoyés à la géographie botanique; mais j'ai dû les indiquer ici parce qu'elles tiennent à ce sujet, et trouveront quelques applications plus tard.

Dans l'état de culture, on force presque toutes les plantes à être sociales; mais on corrige cet effet par le soin qu'on prend de varier leur succession sur un terrain donné, ou, en d'autres termes, par l'art des assolemens successifs. Les deux grandes cultures sociales et permanentes, savoir, les prairies dites naturelles et les forêts, sont des imitations ou des conservations de l'ordre naturel des choses. Les steppes perpétuelles et les forêts primitives des pays sauvages montrent que ces genres de productions se plaisent dans ce mode de vivre: les graminées, par la faculté qu'elles ont de taller, et par l'incorruptibilité de leur base, presque toute encroûtée de silice; les forêts, par la solidité et la grandeur des arbres qui les composent et la multiplicité des graines qu'elles fournissent, eu égard à la longueur de leur vie.

§. 7. Des mauvaises Herbes.

Toutes les herbes qui naissent d'elles-mêmes dans les terrains cultivés pour d'autres sont réputées *mauvaises*

herbes, quelle que puisse être d'ailleurs leur utilité. Il est ainsi des herbes précieuses dans certains cas qui sont flétries de ce nom injurieux lorsqu'elles naissent hors de place. Cette dénomination est fondée sur ce que toutes ont au moins cet inconvénient de prendre sur le terrain une place qui pourrait être mieux occupée, et de s'emparer d'une partie des sucs destinés à des végétaux plus utiles. Celles qui n'offrent que ces deux inconvéniens sont encore au nombre des plus innocentes, et méritent peu d'être énumérées; mais il est plus important de s'arrêter sur celles qui joignent d'autres effets fâcheux à ces premiers effets généraux et inévitables.

Ainsi nous avons déjà dit, par exemple, que l'ombrage des grands végétaux nuit aux petits : de même les mauvaises herbes à grandes feuilles nuisent beaucoup à la germination et à la végétation des petites plantes : ainsi les grands plantains, les berces (*heracleum*) couvrent dans les prés un espace assez grand, dans lequel les graminées ne peuvent germer.

Il en est d'autres plus fâcheuses qui ne peuvent se soutenir d'elles-mêmes, s'appuient sur les plantes voisines, et quelquefois s'y entortillent de manière à les étouffer : telles sont pour les herbes les diverses espèces de gesses, de vesces, d'ers, de pois, les fumeterres et coridalis grimpantes, le tamus, la brione, le liseron des haies, et surtout le liseron des champs.

On redoute plus encore les plantes à racines ou rhizomes traçans, parce que leur action est plus cachée et plus difficile à arrêter; elles entourent les racines des plantes cultivées, s'emparent de leur nourriture, les font souvent périr par leur abondance, et se multiplient très-

souvent par les blessures mêmes qu'on leur fait en labourant le terrain : ainsi, le liseron des champs, qu'on retrouve aussi dans cette classe, l'arrête-bœuf ou ononis, plusieurs espèces de carex qui croissent dans les lieux humides ou sablonneux, et toutes les espèces de chiendents, se font remarquer par l'excessive multiplication qu'on détermine en divisant leurs rhizomes par les labours. D'autres semblent inattaquables à tous nos moyens, à cause de la profondeur de leurs racines principales : telles sont le cirse des champs, connu sous le nom de *chardon hémorrhoïdal*, les prêles (*equisetum arvense* et *palustre*), les panicauts (*eryngium*), le *tussilago farfara*, le colchique, plusieurs orchidées et plantes bulbeuses.

Il en est qui gênent les récoltes et les travaux : les unes en s'opposant aux labours par leurs racines dures et tenaces, comme l'ononis dans les prairies ou dans les champs, et les ajoncs dans le défrichement des landes; les autres parce que leurs épines nuisent aux récoltes, en blessant ou retardant les ouvriers : telles sont les rosiers et les ronces sauvages dans la plupart des terrains; les ajoncs dans les provinces de l'Ouest; les paliurus et le smilax dans le Midi; les diverses espèces de centaurées, de cirses et de chardons qui pullulent dans tous les terrains, et même les orties, que leurs piqures rendent au moins désagréables.

On redoute encore particulièrement celles dont les graines mêlées avec le blé peuvent communiquer au pain un aspect désagréable, ou des qualités vénéneuses. Ainsi, pour ne citer que les plus communes, les recherches de M. Tessier (*Mém. soc. méd.*, 4, p. 252) ont prouvé que

les graines de muscari, si communes surtout dans le Midi, donnent au pain une amertume âcre, excessive et permanente, et y laissent de petites parcelles noires; celles des mélampyres lui donnent une teinte rougeâtre marbrée et une amertume sensible (1); la nielle *(lychnis gythago)* y produit une couleur noirâtre et un arrière-goût amer, mais innocent; l'ivraie (*lolium temulentum*) y produit un peu de noirceur, une amertume et une âcreté assez sensibles, mais surtout procure, lorsqu'elle est en quantité considérable, une espèce d'assoupissement ou d'ivresse quelquefois accompagné de symptômes très-fâcheux, et même, dit-on, quelquefois mortels. Il en est d'autres qui, sans être aussi dangereuses, ne laissent pas que de faire du tort à l'agriculteur sous des rapports analogues : ainsi, les diverses espèces d'ail, et particulièrement l'*allium ursinum*, l'alliaire, qui, quoique fort différente des aulx, a la même saveur, donnent au lait des vaches qui les mangent une odeur et une saveur désagréables. La mercuriale qu'on appelle *remberge* dans l'Ouest y est assez commune dans les vignes, et y est redoutée, à cause de la saveur désagréable qu'elle donne, dit-on, à leur vin. On dit la même chose de l'aristoloche clématite dans d'autres pays.

Certaines plantes sont redoutées des cultivateurs instruits, parce qu'elles effritent le terrain d'une manière marquée : telles sont les diverses espèces d'euphorbes ou

(1) On reconnait la présence du mélampyre dans la farine; en mélangeant la pâte molle avec de l'acide acétique affaibli de deux tiers d'eau; cette pâte, en cuisant, se colore à l'intérieur en rouge violacé. (Dizé, Journal pharm., 1829, p. -2..)

tithymales, le coquelicot et les autres espèces de pavots: c'est que ces plantes à suc âcre et laiteux transsudent par leurs racines des matières qui altèrent la qualité du sol. Je suis porté à croire que la crête de coq (*rhinanthus crista-galli*) nuit par quelque excrétion de ses racines aux plantes voisines : cette plante est fort commune dans les champs et les prés un peu humides de la Savoie et du Dauphiné, où on la nomme *tartaria;* de la Bresse, où on l'appelle *tataria;* du Rouergue, où elle se nomme *tortoricxe*, et où on dit qu'elle mange le foin jusqu'à la grange, sans doute parce qu'elle perd beaucoup de son poids par la dessiccation; des Pyrénées orientales, où on la nomme *harainkot*, etc. On peut encore citer quelques plantes qui sont avec raison redoutées des cultivateurs, parce que leurs fruits ou graines, chargés d'aspérités ou de crochets, s'engagent dans la laine ou le poil des animaux, et y causent des pertes sur leurs toisons, ou même des démangeaisons ou des déchirures dangereuses pour leur santé : tels sont les gratterons (*galium aparine*, *G. vaillantii*, etc.), les bardanes (*lappa major*, *minor* et *tomentosa*), le *stipa capillata*, dont les barbes brisées déterminent souvent des accidens graves sur les bestiaux, ainsi que les lampourdes ou glouterons (*xanthium strumarium* et *spinosum*); cette dernière, en particulier, est très-commune dans la Camargue; et M. Poiféré de Cère la regarde comme la cause qui rend la gale si commune dans les troupeaux de ce canton. L'un des effets les plus singuliers des plantes sur les animaux est celui que l'*hypericum crispum* produit en Sicile sur les moutons, et, ce qui est plus extraordinaire, seulement, dit-on, sur les moutons à laine blanche; lorsque ceux-ci en ont brouté,

ou l'ont seulement touché, l'irritation produite par le suc excrèté par les glandes de cette plante est telle, que, pour l'apaiser, ils se grattent contre leur laine, et la font ainsi tomber comme par un épilatoire; puis leur face enfle, et la mort suit au bout de deux semaines. Cyrillo (1) et Marinosci de Martina (2), qui attestent ces faits, assurent qu'ils n'ont pas lieu sur les brebis noires, qui sont plus robustes; d'où résulte qu'on n'élève que celles-ci dans les pays où l'*hypericum crispum* est commun.

Il est même des plantes qui, sans être bien spécialement nuisibles, ont, si j'ose m'exprimer ainsi, une mauvaise réputation dans certains cantons, soit parce qu'elles y sont abondantes, soit parce que, croissant naturellement dans de mauvais terrains, on pense qu'elles sont cause de cette mauvaise qualité du sol dont elles sont la conséquence; soit, il faut l'avouer, parce qu'on y attache des opinions superstitieuses, comme lorsqu'on dit que l'hippocrepis fait tomber les fers des chevaux, ou que l'*anthoxanthum odoratum* détermine l'insalubrité des marais de la Bresse, etc. Il faut cependant remarquer, à ce dernier égard, qu'en général les opinions même ridicules des paysans, plus rapprochées de la nature que celles des habitans des villes, tiennent la plupart à des faits réels mal expliqués. L'hippocrepis croît dans des terrains pierreux où les chevaux perdent souvent leurs fers; l'anthoxanthum est assez commun dans les marais pour qu'on ait lié son existence à celle des effluves de

(1) *Fundam. bot.*, p. 125.
(2) *Att. del recl. soc. d'encourag.*, vol. 7, p. 377.

ces terrains, etc. : telles sont probablement les origines réelles des préjugés populaires que j'ai cités.

Si les mauvaises herbes nuisent à l'agriculture par des causes fort diverses, il n'y a guère moins de différences sur les moyens qu'on doit employer pour les détruire. En général, il est toujours bon de semer des graines pures de tout mélange, et d'extirper les mauvaises herbes dans leur jeunesse. La Toscane est un des pays où l'on pousse le plus loin la diligence à arracher les herbes inutiles. En général, les pays de petite culture, où le nombre des bras est beaucoup plus multiplié, présentent à cet égard un grand avantage. Les assolemens continus ont encore cet heureux effet de tenir le terrain sans cesse occupé par des végétaux utiles, et de ne pas laisser aux mauvaises herbes le temps de s'y établir, ou de s'opposer à leur végétation par des cultures bien choisies. Ainsi la luzerne, par exemple, étouffe par ses énormes racines la plupart des herbes plus délicates. On a enfin conseillé d'employer contre les mauvaises herbes les propriétés vénéneuses de certaines matières : ainsi on a conseillé de les faucher (1) avec une faulx aiguisée par une pierre trempée dans une dissolution de sulfate de fer; c'est d'après le même principe qu'on détruit la carie qui attaque le blé, avec le sulfate de cuivre (2), ou la moisissure qui attaque le bois et les poutres, avec de l'eau de chaux où l'on a fait dissoudre un gros par livre de sublimé corrosif (3). Les champs en jachères sont presque

(1) Rodat, Bull. sc. agr., 6, p. 25.

(2) Voy. ci-dessus, ch.

(3) Bull. sc. agr., 6, p. 182.

partout les pépinières d'où s'échappent les graines des mauvaises herbes. On les sème encore souvent avec des engrais, parce qu'on a la mauvaise habitude de jeter sur le fumier ou de donner aux volailles les graines des mauvaises herbes extraites du blé par le crible, tandis qu'il serait plus avantageux de les anéantir complétement.

Indépendamment de ces moyens généraux, il en est d'autres fondés sur la connaissance de la manière de vivre de certaines plantes : ainsi les plantes annuelles doivent être coupées ou arrachées dès qu'on les reconnaît, car on est sûr qu'elles ne repousseront point de la racine ; les plantes bisannuelles doivent de préférence être ou arrachées en entier à la première année, ce qui est quelquefois difficile, ou coupées à rez-terre à la fin de leur fleuraison, parce qu'alors leur racine épuisée meurt sans pousser de nouveau jet. Les plantes vivaces offrent plus de difficultés : couper leur tige est un moyen fort insuffisant ; couper leurs racines est souvent un procédé propre à les multiplier ; les arracher est parfois impossible : les labours fréquens sont un des meilleurs moyens de les détruire ; mais on doit avoir soin de faire suivre la charrue par des enfans, qui ramassent les racines du chiendent, par exemple, qui est la plus dangereuse, les entassent dans le champ, et, en les brûlant, les rendent utiles de nuisibles qu'elles étaient. Enfin, dans quelques cas, on ne peut parvenir à les détruire qu'en modifiant la nature du terrain : ainsi, le meilleur moyen de se défaire des prêles, des carex, du chardon hémorrhoïdal, etc., c'est de niveler le terrain, et de diriger les fossés de manière à diminuer l'humidité.

Dans tous les cas, il est avantageux de couper toutes les mauvaises herbes avant la maturité de leurs graines, et particulièrement au moment de la fleuraison, parce que c'est celui où on les distingue le mieux. Ce qui s'oppose le plus à cette utile pratique, c'est que chacun croit faire une chose inutile, vu que les champs de ses voisins et les terres vagues lui redonneront sans cesse de nouvelles graines : c'est sous ce rapport que l'échardonnage a été usité dans quelques provinces, et proposé comme mesure générale dans le *Code rural ;* quoique la pratique en fût toujours imparfaite, elle serait encore utile. Dans toutes les communes qui ont quelques fonds à donner aux pauvres, l'une des manières de les employer qui pourrait être la plus utile, serait de payer à bureau ouvert, et à un prix annoncé, une mesure quelconque de têtes de chardons, ou, en général, de fleurs, fruits ou graines de mauvaises herbes.

Dirai-je enfin que, dans plusieurs cas, lorsqu'on ne peut détruire les mauvaises herbes, on doit chercher à en tirer parti : ainsi, dans la plupart des pays soigneux, on les recueille pour en accroître la masse des engrais, en les faisant pourrir, ou pour nourrir les bestiaux. En Toscane, on a soin de les hacher menu pour faire manger au bétail les herbes mêmes qui lui répugnent lorsqu'il les reconnaît. Ainsi, dans la vallée de Chamouni, on nourrit pendant l'hiver les bestiaux qu'on y a accoutumés avec les immenses feuilles et les pétioles du *tussilago petasites*, qui y est fort abondant, et qu'on y soigne même à cette intention dans certains terrains.

§. 8. De l'influence de l'épine-vinette sur le blé.

Parmi les influences spéciales que certains végétaux exercent sur d'autres, l'une des plus controversées et des plus bizarres est celle qu'on attribue à l'épine-vinette sur les blés. Les cultivateurs de plusieurs parties de l'Europe (en Angleterre, en Normandie, en Danemarck, en Suisse, etc.) assurent que le blé qui croît près d'un buisson d'épine-vinette ne produit pas de grain; mais ils ne sont pas bien d'accord entre eux sur le véritable état de ces blés : les uns disent qu'ils sont couverts de rouille (1); les autres (2) semblent indiquer qu'ils ont la maladie du charbon; d'autres (3) attribuent cet effet à la ventaison, terme vague, par lequel on désigne en général la stérilité qui résulte d'un défaut de fécondation. Tous ceux qui admettent cette influence s'accordent à la décrire comme une action qui part du buisson d'épine-vinette, et qui va en s'élargissant jusqu'à une distance de 100 et 200 pieds. Tous assurent que cette influence ne commence à se faire sentir qu'à l'époque de la fleuraison. Tous reconnaissent que cette influence est nulle sur le sainfoin, le sarrazin, et en général sur toutes les cultures, sauf le blé, et peut-être les céréales en général. La description la plus exacte que je connaisse du fait me paraît celle de M. Wheatcroft (Mém. soc. d'agr. de Caen, 1830, vol. 3, p. 34). « Je fis, dit-il, labourer

(1) Knight, *Trans. hortic. soc. Lond.*, 2, p. 82.

(2) Wheatcroft, Mém. soc. d'agr. de Caen, 3e vol., 1830, p. 34.

(3) Aux environs de Genève.

» et préparer, pour semer du blé, une pièce d'environ » deux acres, au nord de laquelle se trouvait l'épine-vi- » nette. Ma pièce fut très-belle jusqu'au moment de la » fleuraison ; mais alors je m'aperçus que la partie située » vis-à-vis l'épine-vinette avait une apparence bien diffé- » rente de celle du reste de la pièce. Les épis pointaient » tous la tête en haut, tandis que dans le reste ils étaient » tous pendans comme quand le grain est bon. Lorsque, » dans le reste de la pièce, les épis commencèrent à mû- » rir et le grain à grossir, les épis dans la partie située » vis-à-vis l'épine-vinette ne renfermèrent point de grain, » et noircirent, ainsi que les tuyaux. Enfin, lorsque la » moisson fut faite, les épis et la paille de cette partie ne » furent bons qu'à faire du fumier. J'évalue à huit ou dix » perches, et peut-être à un peu plus, la quantité de ter- » rain qui fut ainsi affectée, et, dans le moment, je n'en » pus mieux comparer la forme qu'à la queue d'une co- » mète : l'extrémité en était très-étroite vers l'épine-vi- » nette ; mais elle allait en s'élargissant jusqu'à la distance » de cent verges. Je ne doute pas que la partie de ma pièce » dans laquelle la récolte manqua n'eût formé un demi- » cercle parfait, si les vents eussent pu agir plus réguliè- » rement ; mais deux haies très-hautes et très-épaisses en » empêchaient l'action. »

D'autre part, il y a des provinces chez lesquelles l'épine-vinette est abondante ; telles que la Bourgogne, où on ne lui attribue point d'effets fâcheux sur les blés, et il est bien certain que des effets assez semblables à ceux attribués à l'épine-vinette se rencontrent dans une foule de localités où cet arbuste n'existe pas ; aussi plusieurs agronomes ont-ils nié cet effet : les uns, parce

qu'ils ne l'ont pas observé; les autres, parce qu'ils ont attribué les faits à d'autres causes. Quelques-uns ont nié le fait, seulement parce qu'ils ne le comprenaient pas: mais je laisse de côté cet argument dangereux dans l'histoire de la nature.

L'épine-vinette produit-elle la rouille? On sait que l'uredo, qui est la cause immédiate de la rouille, se développe de préférence dans les lieux humides et abrités du vent, et qu'en particulier les parties des champs, voisines des arbres et des haies, y sont plus sujettes que les autres : à ce titre, l'épine-vinette pourrait exercer quelque action; mais elle lui serait commune avec tous les buissons. Ce qui semble avoir attiré sur elle l'attention des paysans, c'est qu'elle est souvent chargée d'un æcidium (*Æ. berberidis*), dont la couleur est celle de la rouille, et ils ont cru que la poussière de cet æcidium tombant sur le blé y déterminait la rouille. MM. Horneman (1) et de Magneville (2) ont déjà réfuté cette opinion; et en effet, l'æcidium est une plante fort différente de l'uredo, et rien ne prouve que l'une puisse se transformer dans l'autre. Nous voyons au contraire, dans une foule de cas, des æcidium, des puccinia, des uredo, vivre chacun sur une espèce de plante sans se communiquer le moins du monde aux espèces les plus voisines. Nous voyons la rouille exister souvent en grande abondance dans des champs, dans des provinces où il n'y a point d'épine-vinette. Nous voyons les agriculteurs attribuer les effets cités plus haut à des buissons d'épine-vinette non chargés d'æcidium; nous voyons d'autres arbustes fréquemment

(1) *On Berberissen.*
(2) Mém. soc. d'agr. de Caen, vol. 4, p. 18.

chargés de champignons analogues, et auxquels les agriculteurs n'attribuent point d'effets semblables. Tout ce que je viens de dire de la rouille est, à plus forte raison, applicable au charbon et à la carie, et je reste convaincu que l'épine-vinette, si elle agit, ne le fait point en faisant naître des champignons parasites, autrement que tout arbuste peut le faire par son ombrage.

Si l'influence de l'épine-vinette était plus universellement constatée, et qu'on voulût en rechercher la cause, il faudrait d'abord discerner si elle tient à l'influence de ses racines. Cette opinion est peu probable, vu la grande distance à laquelle on dit l'action sensible, et aussi vu que le champ de l'influence paraît s'élargir en s'éloignant du buisson, et enfin, parce que cette action a lieu tantôt dans une seule direction, tantôt dans la direction opposée; ce qui annonce plutôt l'influence d'effluves portées par le vent, que celle d'une exsudation d'organe à place fixe. J'ose cependant recommander à ceux qui verront des exemples bien constatés de cette influence, de s'assurer si quelque forte racine du buisson se dirige dans ce sens.

Il semblerait plus vraisemblable, si les faits sont exacts, de croire que quelques effluves des fleurs de l'épine-vinette, chassées par le vent et atteignant les blés, pourraient nuire à leur fleuraison. Peut-être, comme le croient quelques agriculteurs, l'odeur si désagréable de ces fleurs tient-elle à quelque principe nuisible à la fleur du blé. On peut arguer contre cette opinion, de ce que la fleur du châtaignier, qui a la même odeur, ne passe pas pour nuisible; mais il est rare que sa fleuraison arrive en même temps que celle des céréales. Peut-être le

pollen de l'épine-vinette dénature-t-il le stigmate du blé lorsqu'il vient à l'atteindre et à verser sa fovilla sur lui. Par cette hypothèse, on comprend la direction de l'influence d'après le vent, le champ qu'elle exerce, l'époque à laquelle on la rapporte : on concevrait comment la ventaison (c'est-à-dire la stérilité par défaut de fécondation) peut exister sans la présence de l'épine-vinette, par l'effet des brouillards ou de la rouille, par exemple ; comment enfin l'épine-vinette peut n'avoir aucun effet dans certains cas, savoir ceux où sa fleuraison ne coïncide pas avec celle du blé, et ceux où elle a lieu par un calme complet. Cette opinion est une simple hypothèse possible à vérifier. Il faudrait que ceux qui auront occasion de voir le phénomène voulussent bien, 1° placer une cloison entre le buisson d'épine-vinette et le blé, pour reconnaître si l'effet s'exerce par l'air ; 2° vérifier s'il a lieu dans les années et les localités où la fleuraison a lieu sans coups de vent ; 3° reconnaître si on ne retrouverait point des globules de l'épine-vinette adhérens au stigmate du blé ; 4° surtout saupoudrer avec ce pollen les stigmates du blé, et voir si on ne déterminerait point ainsi sa stérilité. Si mon soupçon se vérifie, il donnera occasion de reconnaître un nouveau genre d'influence des végétaux les uns sur les autres. Les globules de pollen, dispersés par le vent, doivent fréquemment tomber sur des plantes diverses : lorsqu'ils tombent sur des plantes analogues à leur propre nature, ils forment des hybrides ; lorsqu'ils sont jetés sur des plantes d'organisation étrangère à la leur, ils ne produisent rien ; mais parmi ceux-ci ne peut-il pas s'en trouver dont la fovilla agirait localement sur certains stigmates d'une

manière analogue à un poison et le désorganiserait, ou bien qui le recouvrirait d'une couche assez épaisse pour empêcher la fécondation naturelle? On trouverait dans cette cause, si elle se vérifie, une nouvelle explication de la stérilité de certaines fleurs et des antipathies de quelques espèces; elle semble corroborée par l'effet délétère que M. Henschell a vu exercé sur les stigmates des plantes par le contact du sperme de chiendent, des uredo, de la poussière de lycoperdon et de plusieurs autres matières. Pourquoi certains pollens n'auraient-ils pas une action analogue sur certains végétaux? Je livre ce soupçon aux observateurs?

§. 9. De l'influence des végétaux morts sur les végétaux vivans.

Toutes les matières végétales, lorsqu'elles ne sont plus protégées par la force vitale, cèdent plus ou moins promptement à l'action des corps extérieurs et se décomposent. Si cette décomposition a lieu en plein air, leurs élémens, mêlés dans la masse immense de l'atmosphère, n'ont pas d'action sensible sur la végétation; mais si elle a lieu dans le sol, celui-ci s'enrichit de toutes les matières directement ou indirectement solubles qui peuvent se trouver dans ces végétaux décomposés.

L'effet de ce genre d'engrais pourra se trouver utile ou nuisible aux plantes destinées à s'en nourrir, selon la nature chimique des végétaux enfouis. Ainsi, l'effet sera utile à la grande majorité des plantes, si les végétaux enfouis contiennent beaucoup de matières gommeuses, féculentes, sucrées ou ligneuses, ou en général de matières qui ne soient pas âcres : l'effet général sera au

contraire nuisible si les végétaux enfouis contiennent beaucoup de matières âcres, astringentes, alcalines, amères, etc. Ainsi les agriculteurs savent très-bien qu'ils améliorent le sol en y enfouissant des céréales ou des légumineuses, tandis qu'ils le détérioreraient en y enfouissant des pavots ou des euphorbes. Ils savent que les écorces qui renferment peu de tannin et d'acide gallique peuvent améliorer le sol, tandis que l'écorce de chêne le détériore. Si l'on fait réflexion que les matières neutres ou insipides forment une proportion très-considérable de la masse des végétaux, on devra en conclure que l'enfouissement tend en général à favoriser la végétation et à améliorer le terreau.

Ces effets généraux se modifient selon la durée de l'enfouissement. Quand celui-ci est court, les matériaux immédiats des végétaux enfouis sont peu décomposés, et agissent, selon leur nature, ou en bien ou en mal. Quand l'enfouissement est long, ces matériaux se dénaturent complétement, et finissent par former une masse mixte qui se mêle au terreau et tend à l'améliorer légèrement. Sous d'autres rapports, il résulte de la durée de l'enfouissement que les parties solubles, promptement absorbées, portent leur effet dès la première année, tandis que les parties insolubles, telles que les corps ligneux ou corticaux des arbres, ne fournissent que très-tard les élémens qui peuvent influer sur la végétation.

Il est encore assez probable que l'effet de ces engrais végétaux n'est pas le même pour toutes les plantes, et que, de même que les excrétions de certaines espèces sont favorables à d'autres familles et nuisibles à leur propre famille, on doit trouver aussi une influence ma-

logue dans leur action comme engrais; mais cette différence est ou moins étudiée, ou beaucoup plus faible. Il paraît bien que les légumineuses enfouies améliorent le sol pour les graminées, plus que les graminées elles-mêmes : mais les merveilles racontées en Italie sur l'enfouissement du seigle (1) seraient, si elles étaient bien constatées, des objections contre cette opinion, d'ailleurs plus vraisemblable que démontrée.

La nature des matières terreuses que renferment certains végétaux ou certains organes, peut avoir quelque influence sur la fertilisation du sol. Ainsi, les feuilles caduques des dicotylédones, et surtout les herbages des monocotylédones, qui contiennent beaucoup de silice, la déposent dans le sol, et peuvent ainsi agir favorablement lorsqu'ils tombent sur un sol trop calcaire, ou en sens contraire, si le sol est déjà trop siliceux. J'ai déjà dit ailleurs que ces feuilles forment à cause de leur silice un terreau qui a de l'analogie avec la terre de bruyère, et qu'on doit spécialement soigner dans les pays dont le sol est trop chargé de chaux ou d'alumine.

Enfin les feuilles mortes servent à la végétation sous des rapports plus simples encore que les précédens. En s'entassant superposées sur le terrain, et en y restant pendant l'hiver, elles forment un abri pour les racines contre le froid de l'atmosphère; c'est ce que le cultivateur imite avec succès, lorsqu'il recouvre de feuilles ses plates-bandes : pendant l'été, ces mêmes feuilles servent à maintenir une certaine humidité à la surface du sol, et favorisent ainsi la végétation de plusieurs plantes.

(1) Voy. Gibbert *del Sovescio*; Torino, 1819.

CHAPITRE XVI.

Des Assolemens.

§. 1. Division générale des méthodes de culture.

On peut distinguer trois grandes époques dans l'histoire de l'agriculture. Elles ont été toutes trois déterminées par le désir de remédier plus ou moins habilement à ce fait reconnu de tout temps, que les plantes trop semblables entre elles se nuisent réciproquement, lorsqu'on tente de les cultiver sur le même terrain, soit les unes après les autres, soit quelquefois les unes à côté des autres.

La première époque est celle de l'*agriculture nomade.* Les premiers cultivateurs, soit à cause de leur vie vagabonde, soit, plus tard, à cause de l'étendue des terrains dont ils peuvent disposer, se sont contentés, pour obvier à l'inconvénient que je viens de signaler, de cultiver successivement en céréales toutes les parties de leurs domaines, de manière à ne revenir sur chacune d'elles qu'après un nombre d'années considérables, quinze, vingt, trente ans; comme en revenant sur ce terrain abandonné, ils le trouvent couvert d'herbages ou de buissons, ils s'en débarrassent en les brûlant, d'où résulte que cette époque de l'agriculture a donné naissance au système de l'*écobuage*, et a été souvent confondue avec lui. Cette méthode de culture, tolérable quand les

hommes étaient peu nombreux sur un espace immense, avait évidemment l'inconvénient de perdre beaucoup de place, et devait être abandonnée dès que la population venait à augmenter. Nous en retrouvons des exemples dans les pays encore habités par des peuples nomades, et nous en trouvons les restes dans les provinces habitées par les descendans des Celtes : les Bas-Bretons l'ont modifiée d'une manière singulière. Au lieu de cultiver çà et là tout leur terrain, ils choisissent près de leur demeure quelques portions favorablement situées; ils vont avec un instrument particulier, qu'ils nomment *étrepe*, écroûter la terre végétale formée depuis quinze ou vingt ans sur les landes, et l'apportent en guise d'engrais sur le terrain qu'ils désirent cultiver. On voit que cette méthode conserve presque tous les inconvéniens du système primitif, et chaque jour aussi elle tend à disparaître.

La seconde méthode générale d'agriculture paraît, dans l'ordre des temps, avoir remplacé la première, et a été particulièrement répandue par les Romains : c'est celle de la *jachère*. Elle consiste en ceci, que tous les deux, trois ou quatre ans, on laisse un certain espace de terrain complétement vacant, ou, comme on dit, en repos. Cette année de repos est consacrée à des labours plus ou moins multipliés : on obtient par-là l'avantage d'ameublir le terrain, de le rendre plus favorable à la végétation, et d'y détruire les mauvaises herbes ; mais il est évident que cette méthode laisse encore un espace considérable du pays entièrement vacant; qu'elle exige une multiplication de labours pour détruire les mauvaises herbes qu'elle a laissé développper; qu'elle encourage

peu la culture des prairies, et que cependant elle exige d'autant plus d'engrais, qu'elle ne produit presqu'aucune matière susceptible d'être enfouie à ce titre. Aussi, à mesure que la population a augmenté, et que le terrain a pris plus de valeur, on a plus vivement senti la convenance de profiter de tout le sol, s'il était possible, toutes les années.

La troisième méthode, celle des *assolemens*, est née de ce besoin : il était naturel qu'elle s'établit d'abord dans les pays les plus fertiles et les plus homogènes ; et c'est en effet aux Belges qu'on doit probablement l'invention et certainement le développement de cette méthode. Du temps de la faveur universelle des jachères mortes, Olivier de Serres pouvait dire : *Le bien-labourer et le bien-fumer, c'est tout le secret de l'agriculture.* Aujourd'hui il faut y joindre un troisième secret, l'art de coordonner les cultures les unes relativement aux autres, de manière à ce qu'elles s'entr'aident, et à obtenir, toutes les années, de chaque terrain, le plus grand produit possible. Pour bien comprendre la théorie des assolemens, nous en examinerons d'abord les principes généraux, puis ce qui est relatif aux grandes classes d'assolemens successifs et simultanés.

§. 2. Distinction de l'épuisement et de l'effritement du sol.

Toute la théorie des assolemens repose sur ce fait fondamental, que les plantes réussissent mal sur le terrain qui vient de porter des plantes de la même espèce, du même genre ou de la même famille qu'elles. Ainsi, les céréales ne réussissent pas sur le sol qui a porté des céréales l'année

précédente. Les arbres fruitiers viennent mal dans les pépinières aux places où l'année précédente il y en a eu d'analogues. Les arbres des promenades qui viennent à mourir sont difficiles à remplacer par des arbres de même espèce, etc., etc. Cette loi est si générale, qu'on assure même que les mousserons (*agaricus albellus*) ne viennent pas deux années de suite à la même place.

Ce fait si remarquable se fonde lui-même sur la distinction qu'il est nécessaire d'admettre entre l'épuisement et l'effritement du sol.

L'épuisement du sol a lieu lorsqu'un grand nombre de végétaux ont tiré d'un terrain donné toute la matière extractive, et l'effritement, lorsqu'un certain végétal détermine la stérilité du sol, soit pour les individus de même espèce que lui, soit pour ceux de même genre ou de même famille, mais le laisse fertile pour d'autres végétaux.

L'épuisement a lieu pour tous les végétaux quelconques; il agit en appauvrissant le sol, en lui enlevant la matière nutritive. L'effritement a quelque chose de plus spécifique; il agit en corrompant le sol, et, comme nous l'avons indiqué en parlant des excrétions des racines (liv. II, chap. IX, §. 12), en y mêlant une matière dangereuse. Ainsi, un pêcher gâte le sol pour lui-même, à ce point que, si, sans changer la terre, on replante un pêcher dans un terrain où il en a déjà vécu un autre auparavant, le second languit et meurt, tandis que tout autre arbre peut y vivre. Si le même arbre ne produit pas pour lui-même ce résultat, c'est que ses propres racines, allant toujours en s'alongeant, rencontrent sans cesse des veines de terre où elles n'ont pas encore dé-

posé leurs excrétions. On conçoit que ses propres excrétions doivent lui nuire à peu près comme si l'on forçait un animal à se nourrir de ses propres excrémens. Cet effet, dans l'un et l'autre exemples, n'est pas borné aux individus d'une même espèce; mais les espèces analogues par leur organisation doivent souffrir lorsqu'elles aspirent par leurs racines une matière rejetée par des êtres analogues à elles, tout comme un animal mammifère répugne en général à toucher aux excrémens des autres mammifères. On concevrait ainsi assez facilement pourquoi chaque plante tend à effriter le terrain pour ses congénères; pourquoi certaines plantes à suc âcre, comme les pavots ou les euphorbes, le détériorent pour la plupart des végétaux.

Si cette théorie est admise, on comprendra aussi sans peine comment certaines plantes à suc doux pourront excréter par leurs racines des matières propres à améliorer le sol pour certains végétaux qui vivraient avec eux ou après eux sur le même terrain, et l'on comprendrait ainsi comment toutes les plantes de la famille des légumineuses, par exemple, préparent favorablement le sol pour la végétation des graminées. Les expériences de M. Macaire, citées dans le chapitre précédent et dans le livre II, chap. IX, §. 12, donnent la preuve de ces assertions, auxquelles j'étais arrivé depuis vingt ans, par l'observation des faits généraux, et que j'ai eu le plaisir de voir récemment vérifier à ma demande par cet habile expérimentateur.

Les agriculteurs ont dit que cet effet si remarquable, et sur lequel roule tout l'art des assolemens, était dû, les uns à ce que l'ombre épaisse des fourrages légumi-

neux étouffait les mauvaises herbes ; les autres, à ce que les débris de leur végétation étaient assez abondans pour servir d'engrais. Je ne nie pas que ces considérations n'aient quelque influence ; mais qui ne voit que ces raisons secondaires qui peuvent être appliquées au trèfle et à la luzerne, ne sauraient expliquer en aucune façon l'effet améliorant du *genista juncea* ou de l'*ulex europœus*, qu'on cultive, le premier près de Lodève, le second en Bretagne et en Normandie, comme plantes améliorantes, et qui ne forment ni ombre ni débris sensibles ?

D'autres ont dit que l'effet avantageux des fourrages légumineux était de tirer moins de nourriture du sol, tandis qu'il est évident que ces plantes diffèrent beaucoup entre elles sous ce rapport, et que plusieurs des plus fréquemment cultivées sont au nombre de celles dont la végétation riche et active exige le plus de nourriture.

D'autres ont soutenu que la profondeur de leurs racines, différente de celle des céréales, leur donnait la faculté de tirer leur nourriture d'une couche de terre différente : mais qui ne voit qu'une pareille explication ne peut s'appliquer à la fois au trèfle et à la luzerne, dont l'effet, sous ce rapport, est cependant très-analogue ?

D'autres enfin ont affirmé que les plantes d'une famille se nourrissaient de certains sucs qui leur étaient favorables, et laissaient intacts ceux qui seraient nutritifs pour les espèces d'une autre famille ; mais cette supposition est purement gratuite : toutes les plantes tirent du sol l'eau avec les matières dont elle est chargée, sans aucun choix. Si ces matières sont nuisibles à une plante, elle peut souffrir ou périr, mais elle ne les aspire pas moins. Outre les preuves de cette assertion, déduites de

tout l'ensemble de la végétation, on peut remarquer ce qui se passe dans les terrains saumâtres, où l'on voit clairement toutes les plantes que le hasard y amène, absorber de l'eau salée, quelques-unes s'en accommoder, et les autres périr par l'effet de cette nourriture.

Si l'on suppose, au contraire, avec moi, que les excrétions radicales des légumineuses sont de nature douce et soluble, on conçoit comment elles peuvent servir d'engrais aux céréales. Cette opinion semble confirmée quand on voit l'utilité de ces mêmes légumineuses enfouies comme engrais : la nature de ces plantes est évidemment favorable à la nutrition des graminées.

C'est un sujet de recherche délicat, mais important, que j'ose proposer aux chimistes, de reconnaître dans le terrain la nature des excrétions de divers végétaux. J'ai peu de doute que des expériences soignées, dirigées sous ce rapport, prouveraient que le terrain où il a cru des pavots, des euphorbes, des chicoracées, etc., contient des matières âcres, nuisibles à la végétation; que celui où il a cru des légumineuses, et peut-être des graminées, contient des matières douces et mucilagineuses; que certaines familles peuvent donner des excrétions si faibles, que leur action sur le terrain peut être négligée, tandis que d'autres en donnent d'abondantes et énergiques. Un fait qui semble se rattacher à ceux ci, c'est que les terrains qui ont porté des soudes sont plus salés que ceux qui n'en ont pas nourri. Ce fait est tellement reconnu dans le midi de la France, que dans le temps où la découverte des soudes artificielles n'avait pas encore détruit la culture des salsola, les propriétaires défendaient par les baux à leurs fermiers de cultiver de la

soude au-delà d'un nombre de fois déterminé dans le cours d'une rotation. Je me suis assuré, par l'expérience directe, de la vérité du fait : j'ai fait recueillir la terre de deux champs maritimes, situés l'un à côté de l'autre, dont l'un avait porté de la soude, et dont l'autre était resté en jachère morte. Feu M. Figuier, chimiste habile de Montpellier, voulut bien les analyser à ma demande, et trouva une quantité de sel marin beaucoup plus grande dans le premier que dans le second. Il est difficile de ne pas conclure de ce fait que les salsola reçoivent de l'eau de mer par l'air ; et bien d'autres faits populaires prouvent que l'eau salée, en se volatilisant dans l'atmosphère, va porter du sel au loin. La culture des soudes à de grandes distances, et dans des vallées non salées, mais ouvertes au vent marin, suffit pour le démontrer. Or, il semblerait que ce sel absorbé par les surfaces végétales y est en partie décomposé pour produire le carbonate de soude, et en partie rejeté par les racines dans le terrain. Il est donc, je le répète, d'une haute importance pour la théorie et la pratique de l'agriculture, aussi bien que pour la physiologie végétale, de démêler d'une manière précise la nature des excrétions radicales.

§. 3. Division des assolemens en successifs et simultanés.

Nous avons rendu au moins très-probable que les excrétions des racines des plantes peuvent détériorer ou améliorer le terrain, et il est évident que cet effet peut avoir lieu, ou pour les plantes qui vivent à côté de celles qui produisent des excrétions, ou sur celles qui s'y développent après elles. De là, la nécessité d'étudier, soit

dans la nature sauvage, soit dans l'état de culture, les végétaux qui peuvent plus ou moins bien vivre ensemble ou se succéder sur le même sol. C'est ce qui constitue, quand il s'agit de la nature sauvage, les antipathies ou sympathies des plantes et les alternances générales de la végétation; quand il s'agit de l'état cultivé, les assolemens simultanés et successifs. Dans l'un et l'autre cas, un grand nombre de circonstances accessoires viennent se joindre à ce principe fondamental pour corroborer ces divisions.

Dans l'état de nature, cette influence réciproque des plantes les unes sur les autres ne paraît pas très-importante, ou est tout au moins masquée par le concours de plusieurs phénomènes. Nous voyons, comme nous l'avons observé en parlant des sympathies et des antipathies des plantes, certains végétaux qui paraissent se favoriser ou se nuire par leur rapprochement : mais, d'un côté, cet effet est produit par d'autres causes, telles que l'ombrage, l'enlacement des tiges, etc. ; de l'autre, la dispersion des plantes sur le sol offre des phénomènes si variés et si compliqués, qu'il est difficile d'apprécier l'influence exacte de chacun d'eux, et cette disposition rend plus faible l'action individuelle de chaque plante. La difficulté s'accroît encore quand il s'agit de reconnaître l'effet consécutif. En effet, nous n'avons pas en général assez d'intérêt à examiner cette succession, pour nous en occuper, et la longueur de la vie de certaines plantes la rend difficile à observer. Les forêts en présentent des exemples; mais encore ne peuvent-elles le faire que dans des circonstances spéciales. Il est vrai que lorsqu'on abat une forêt, il repousse à sa place, non pas

d'abord l'essence d'arbres qui la composait, mais d'autres arbres à végétation plus rapide. Les graines de ceux-ci, déposées dans le terrain, germent dès qu'elles sont débarrassées des obstacles que les vieux arbres leur présentaient. Sous leur ombrage, les graines de leurs anciennes essences, ou les rejetons de leurs racines, se développent, et finissent à leur tour par dépasser et étouffer les recrues développées pendant leur jeunesse : c'est ce qui constitue ce phénomène de l'alternance des forêts, que les forestiers connaissent d'ancienne date, et que M. Dureau de la Malle a montré être plus universel qu'on ne le pensait. Mais il faut observer à ce sujet, 1° que ce phénomène est borné aux forêts composées sensiblement d'une seule essence ; 2° qu'il ne peut avoir lieu un peu clairement que dans les forêts soumises à l'action de l'homme, c'est-à-dire exploitées en coupes réglées, ou abattues en même temps ; dans les autres, il s'établit ou un mélange habituel d'arbres divers, comme dans les pays tropiques, ou un renouvellement successif des mêmes espèces. Il paraît cependant que dans quelques cas on observe dans la nature sauvage un renouvellement ou une alternance spontanée des forêts ; mais l'extrême lenteur de ces phénomènes rend cette observation délicate à constater. Il n'en reste pas moins certain à mes yeux que l'une des causes du dépérissement des forêts en coupes réglées, c'est que le terrain imprégné depuis plusieurs siècles des excrétions et des débris d'une espèce, ne peut plus nourrir aussi bien les arbres de cette espèce. J'ai montré ailleurs (1) que l'ordonnance

(1) Considérations générales sur les forêts de la France (Revue française), 1830.

de Louis XIV, qui, en défendant les défrichemens de bois, a forcé les propriétaires de France à conserver toutes les forêts aux places que déjà elles occupaient depuis long-temps, a produit un effet fâcheux sur cette culture, et que le vrai moyen d'y remédier est d'affranchir *graduellement* les forêts, de manière à encourager le défrichement des plus médiocres, et la plantation de nouveaux bois dans les terrains peu propres à d'autres objets.

Tous les phénomènes mentionné plus haut sur les arbres, deviennent plus clairs dans l'état de culture. D'un côté, on y admet beaucoup de végétaux annuels, dont l'observation est plus facile ; de l'autre, on a plus d'intérêt à apprécier des différences souvent légères, et ces différences deviennent d'autant plus sensibles, que le nombre des plantes de même espèce, cultivées sur un terrain donné, y est toujours plus grand que dans l'état sauvage. On a donc vu plus clairement que dans la Géographie botanique, 1° que certaines plantes gâtent ou améliorent le terrain pour telle autre plante : c'est ce qui constitue l'étude spéciale des *assolemens successifs* ; 2° que certaines plantes favorisent ou empêchent la végétation de telle autre, lorsqu'elles sont forcées de vivre sur le même terrain : c'est ce qui constitue l'étude des *assolemens simultanés*.

§. 4. Des assolemens successifs.

Les assolemens que j'appelle successifs sont les seuls que les agriculteurs aient étudiés en détail ; lorsqu'ils parlent d'assolement, c'est, en général, de ceux-ci seule-

ment qu'il est question ; et dans quelques langues telles que l'anglais, le mot assolement n'existe pas, et est remplacé par celui de succession de culture. On possède sur ce sujet deux ouvrages pratiques d'un haut intérêt : le *Traité des assolemens*, par Ch. Pictet (1), et celui sur les *Successions de culture*, par Yvart (2). J'y renvoie pour les détails, et je dois me borner aux principes qui se rattachent plus ou moins à la physiologie.

La base de cette théorie, c'est-à-dire l'action des excrétions radicales, est commune aux deux classes d'assolement; mais cette base est confirmée ou modifiée dans chacune d'elles par des considérations secondaires que les agronomes ont long-temps cru être les principales, et que je dois indiquer rapidement avant de revenir à la circonstance essentielle, l'inconvenance de faire succéder les unes aux autres des plantes de même famille naturelle.

1°. Les agriculteurs observent que, dans la succession d'un assolement, il doit se trouver une culture qui, par l'ombrage qu'elle produit sur le terrain, tende à étouffer les mauvaises herbes : c'est un des bénéfices qu'on retire de la luzerne, du trèfle, et en général des fourrages légumineux. Sous ce rapport, Ch. Pictet remarque qu'il importe beaucoup, pour le succès de la rotation, que ces fourrages soient bien serrés, parce qu'alors le sol est

(1) Traité des assolemens, 1 vol. in-8°.

(2) Article du Dictionnaire d'agricult. des membres de la sect. de l'Institut, vol. XII. Voy. aussi les articles Assolemens des Annales de Roville, le Tableau de l'agriculture de l'Escaut, par M. de Lichterwelde, les ouvrages de Thaer, Crud, Schwerz, etc.

mieux nettoyé. On ne peut nier que cette circonstance ne soit utile, quoique les exemples du genêt d'Espagne, de l'ulex, et même de l'esparcette, prouvent qu'on en a exagéré l'importance.

2°. Les agriculteurs admettent encore, avec raison, que, dans le cours d'une rotation, il doit se trouver une culture de racines, parce qu'elle force à remuer et à émietter le sol, de manière à le bien préparer pour les cultures suivantes. J'ai déjà parlé, sous ce rapport, de l'emploi des pommes de terre, des navets, des garances, etc. ; il en résulte évidemment une économie de labour, et la possibilité d'un emploi plus permanent du terrain.

3°. Les cultures qui exigent beaucoup d'engrais, et qui le paient d'ordinaire par leur produit abondant, doivent précéder les récoltes les plus épuisantes, telles que le froment ou le lin, et jamais les récoltes améliorantes des légumineuses : celles-ci tendent par elles-mêmes à engraisser le sol; il est inutile de le préparer par des engrais.

4°. Les plantes fourragères, susceptibles d'être pâturées sur le sol, doivent être admises dans le système de rotation de préférence à d'autres, parce que le séjour des bestiaux sur ces pâturages tend à améliorer le sol pour la récolte suivante, et le fume avec l'économie du transport : c'est ce qui arrive pour le trèfle, par exemple.

5°. Le système général de la rotation doit être calculé de manière à accroître la quantité de fourrages produits dans le domaine, afin d'accroître la masse des engrais; ce qui détermine nécessairement un plus grand produit de céréales. C'est cet accroissement d'engrais qui fait que

les pays dont l'assolement est bien entendu produisent plus de matières alimentaires pour l'homme, quoiqu'on leur y consacre un moindre espace.

6°. La rotation des cultures d'un domaine doit se calculer essentiellement sur la convenance d'avoir chaque année une quantité sensiblement égale de chaque classe de produits; cet équilibre permanent est remarquablement soigné dans les fermes de la Belgique; il faut avoir une quantité fixe de fourrages pour entretenir un certain nombre de bestiaux, et avoir ainsi une quantité fixe d'engrais qui suffise à la fertilisation d'un espace régulièrement consacré aux produits les plus voraces ou les plus précieux; toute déviation à cet ordre (sauf les irrégularités dues aux saisons) est une erreur dommageable pour le cultivateur, en l'obligeant ou à acheter ou à vendre les moyens de culture plutôt que les produits. Nous verrons plus bas combien cet équilibre est facilité par la méthode graphique dont nous donnerons connaissance.

7°. Lorsque, dans une rotation quelconque, il se trouve quelques mois vacans en temps opportun, on doit les employer par l'introduction d'une récolte dérobée ou intercalaire, telle que la vesce, le sarrazin, etc., après le blé, etc. : ces récoltes intercalaires doivent suivre le produit le plus essentiel, et précéder une culture améliorante ou destinée à être fumée : elles servent à empêcher les mauvaises herbes de s'établir; à maintenir le terrain meuble par le labour qu'elles exigent; à accroître le produit, et à varier les chances des récoltes qui sont sous l'influence des intempéries. C'est là la grande utilité de la multiplication des objets de culture, et elle est telle

que chaque introduction bien entendue est une acquisition importante pour le système agronomique d'un pays. Par cette variété, l'agriculteur trouve moyen de s'accommoder bien mieux aux différences des terrains et des saisons, et à la valeur variable des produits.

8°. Toute rotation doit se calculer sur la possibilité d'en suivre les travaux toute l'année avec régularité, de manière à n'avoir pas trop d'ouvrage dans une certaine époque, et à ne pas laisser dans d'autres les ouvriers de la ferme sans emploi. Cet équilibre de l'ouvrage s'obtient aussi par la variété des cultures, tandis que dans les provinces où l'on n'a qu'un seul produit dominant, comme la vigne, le riz, le blé, etc., on est obligé, aux époques de la récolte, de tirer de loin des ouvriers étrangers, souvent à grands frais, et tout au moins avec embarras.

9°. Le choix des plantes qui, dans un système donné de rotation, doivent remplir les rôles principaux, se modifie selon les circonstances locales, telles que le climat, la nature du sol, la valeur de certaines denrées, et l'ensemble de l'agriculture du pays : telles sont, quant au climat, la difficulté de labourer pendant l'hiver dans les pays du nord, et pendant l'été dans ceux du midi; quant au terrain, l'homogénéité ou la diversité des terres d'un domaine; quant à la valeur des denrées, l'influence des habitudes locales, la distance des villes, etc.; enfin, quant au système général, nous voyons qu'une plus grande quantité de prairies naturelles, jointe aux terrains assolés, doit faire diminuer la ration des fourrages, tout comme une plus grande quantité de vignes fumées doit la faire augmenter.

Après toutes ces considérations agricoles, qui se modifient les unes les autres dans de certaines limites, restent les principes fondamentaux et physiologiques, savoir :

1°. On ne doit point faire succéder deux récoltes de la même espèce : ainsi on ne sème point du froment après du froment, ou du trèfle après du trèfle; car la terre, imprégnée des excrétions ou des débris d'une plante, ne convient pas à cette plante, exactement comme on ne peut nourrir un animal avec les excrémens d'un être de même espèce. La vérité de ce principe était connue comme fait, bien avant qu'on eût réfléchi à sa cause : les cultivateurs s'y conforment presque toujours pour les plantes annuelles : les jardiniers savent bien alterner leurs légumes, et ne pas remplacer un arbre fruitier par un arbre identique. Si de loin en loin on voit des exceptions à cette loi, on les obtient en changeant le terrain où l'on veut (comme cela a lieu dans les plantations régulières) remplacer un arbre mort par un autre de la même espèce : on sème quelquefois du blé plusieurs années dans certains terrains d'alluvion, qui se renouvellent d'eux-mêmes, ou dans certains sols tellement fertiles par eux-mêmes qu'ils peuvent résister à cette méthode; mais ces cas sont si rares, et il est si douteux qu'il y ait quelque avantage à suivre cette marche, qu'en thèse générale on doit la proscrire.

2°. Non-seulement on ne doit pas remplacer une culture par la même espèce, mais on ne doit pas même la remplacer par une plante de la même famille naturelle. Les excrétions et les débris d'une plante nuisent à celles qui ont la même organisation, à peu près comme un mam-

mifère ou un oiseau ne peut se nourrir d'excrémens d'animaux analogues à lui. Ainsi, les agriculteurs alternent entre les légumineuses et les graminées, les pépiniéristes entre les arbres rosacés et amentacés, etc. L'exception la plus remarquable en fait que je connaisse à ce principe est l'assolement biennal de la vallée de la Garonne, où l'on alterne le froment et le maïs. Ce terrain est si extraordinairement fertile qu'il supporte cette méthode; mais quand on l'a indiscrètement étendue aux terrains moins fertiles des provinces voisines, le Périgord, etc., on a obtenu des résultats dont la maigreur confirme la règle au lieu de la détruire.

3°. Toutes les plantes à suc âcre et laiteux nuisent évidemment à la qualité du terrain, et le gâtent ou l'effritent pour les récoltes suivantes : ainsi, le pavot est reconnu pour effriter le sol, et doit se placer dans la rotation avant les cultures améliorantes. On doit éviter d'enterrer les débris de ces plantes âcres, car on ne ferait qu'aggraver le dépôt des molécules nuisibles qu'elles mettent dans le sol.

4°. Les plantes à suc doux et mucilagineux améliorent le terrain pour les plantes d'autre famille, soit par leurs excrétions, soit par leurs débris ou leur enfouissement. Les légumineuses occupent à cet égard le premier rang, et leur culture est la base habituelle des améliorations obtenues dans les assolemens. Cet effet est sensible, même pour celles qui déposent très-peu de feuilles, telles que l'ajonc ou le genêt, ou pour celles qui ne laissent pas de souche propre à être enterrée, comme les féves, les vesces, etc.; mais il est plus prononcé dans celles qui réunissent toutes ces conditions, telles que le trèfle, la

luzerne, etc., et en général les légumineuses vivaces et feuillues. Les graminées semblent occuper le second rang dans cette série. Quant aux autres familles, le nombre des espèces qu'on en cultive est trop borné en Europe pour qu'on ait pu bien apprécier leurs effets généraux.

Nous pouvons, d'après ces données, nous rendre raison des assolemens les plus répandus. Ceux destinés aux terres légères sont plus variés et plus importans, et on peut en voir la prodigieuse diversité dans les ouvrages spéciaux d'agriculture. Je dois me borner à quelques exemples. L'assolement le plus fréquent et le plus vanté est celui de quatre ans, adopté dans le Norfolk, répandu par les agronomes dans plusieurs pays, et que j'ai retrouvé comme indigène ou établi de toute ancienneté dans la vallée de Morsine en Chablais; il consiste en la série suivante :

1re année. *Culture* de racines fumées et bien labourées, turneps ou pommes de terre.

2e année. *Céréale* d'hiver, orge, seigle ou froment. Au printemps, on sème du trèfle dans la céréale, et on a après la moisson une coupe de trèfle.

3e année. *Trèfle*, dont on obtient deux coupes, après quoi on enterre, on laboure et on sème une céréale.

4e année. *Céréale*, ordinairement froment; et on peut souvent profiter du terrain pour une récolte dérobée, telle que sarrazin, etc.

Dans certaines localités, on étend ce système à six ans, en répétant deux fois l'alternative des légumineuses

et des céréales. On le porte à treize ans, et même au-delà, surtout dans les pays où la luzerne entre dans la série dans laquelle elle occupe ordinairement huit ou dix ans. Les Belges admettent aussi, dans quelques parties de leur pays, des assolemens de treize ans et plus, sans luzerne; mais ces exemples ne sont peut-être applicables qu'à des terrains aussi homogènes que les leurs, et à des pays où l'art de l'agriculture est répandu d'assez ancienne date parmi les cultivateurs, pour que la théorie et la pratique y soient presque confondues. En général, il faut observer, 1° que les rotations très-longues ne conviennent guère que dans les domaines fort étendus, à cause de la convenance d'équilibrer les produits et les travaux; 2° que les rotations fort alongées (sauf celles relatives aux arbres où cette longueur est forcée) sont généralement moins bien appréciées par les cultivateurs. Ainsi, la rotation de trente ans, recommandée dans quelques parties des bords du Rhin, occupant toute la partie active de la vie d'un homme, offre moins de sécurité dans ses résultats que celle qui a pu être vérifiée et modifiée plusieurs fois par le même observateur.

Les assolemens des terres argileuses sont plus courts et moins variés. Ce qui nuit essentiellement à ces terrains, c'est que la plupart des fourrages légumineux refusent d'y prospérer. L'une des plus utiles découvertes qu'on pût faire aujourd'hui, serait celle d'une herbe légumineuse vivant de deux à quatre ans, et susceptible de nourrir les bestiaux et de prospérer en terre argileuse (1). Les assolemens de ces terrains sont ordinairement :

(1) Les essais faits récemment par M. Wenderoth peuvent

de 2 ans 1° féves fumées et sarclées;
2° blé.
ou de 3 ans 1° féves, ou pommes de terre, ou colza.
2° blé ou avoine.
3° trèfle.

Pour se rendre raison des assolemens compliqués, apprécier l'équilibre des produits et les époques où l'on doit fumer, on se trouvera bien d'étudier en détail la méthode graphique employée par M. Lichterwelde, dans son excellent ouvrage (1) sur l'agriculture du département de l'Escaut, cette terre classique des assolemens. J'ose recommander cet écrit trop peu connu à l'étude et à la méditation de tous ceux qui voudront saisir complétement la partie pratique des assolemens successifs. Je copierai ici un seul tableau pour en donner une idée: c'est celui de l'assolement du bassin de la Durme; le terrain y est, comme c'est le cas le plus fréquent en Belgique, de 44 arpens, divisés par lots de 4 arpens, et soumis à une rotation de 11 ans, comme ci-contre. Dans ce tableau, la couleur verte indique les espaces en fourrage artificiel, la couleur bistre les espaces fumés dans l'année, la couleur jaune les produits en grain.

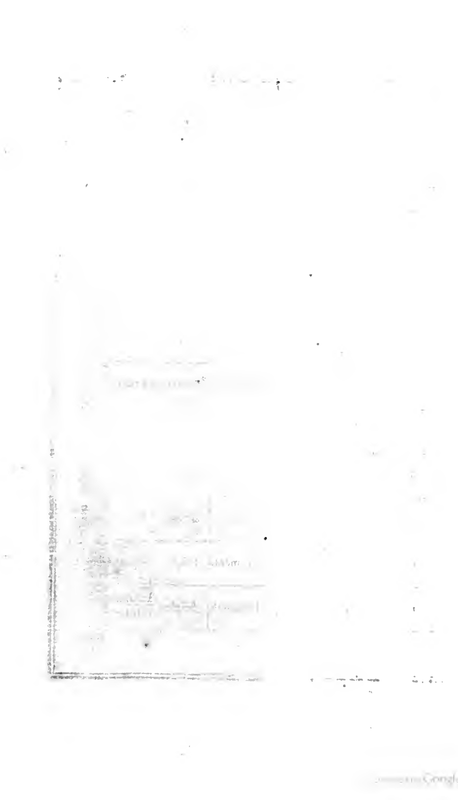
En additionnant chaque année, on trouve qu'on a toujours 8 arpens de trèfle pour nourrir le bétail, 16 ar-

---

faire espérer que le *trifolium suaveolens* pourrait remplir cette indication; mais nous manquons de documens pour en apprécier la valeur. Voy. Bull. sc. agr., 2, p. 249, et *Verhandl. des vereins zur Befœrd*, 5e liv., p. 107.

(1) Mémoire sur les fonds ruraux du département de l'Escaut, 1 vol. in-8°, Gand, 1815.

PARTIES.	MESURES.	NNÉE.	9ᵉ ANNÉE.	10ᵉ ANNÉE	11ᵉ ANNÉE	12ᵉ ANNÉE
1	4	eigle. avet.	Pommes de terre.	Lin. Carotte.	Trèfle.	RECOMMENCE LA SÉRIE COMME LA PREMIÈRE ANNÉE.
2	4	anvre.	Lin. Carotte.	Avoine.	Trèfle.	
3	4	mmes terre.	Lin. Carotte.	Trèfle.	Froment.	
4	4	Lin. rotte.	Avoine.	Trèfle.	Froment.	
5	4	oment.	Seigle. Navet.	Chanvre.	Lin. Carotte.	
6	4	rèfle.	Froment.	Seigle. Navet.	Chanvre.	
7	4	rèfle.	Froment.	Seigle. Navet.	Pommes de terre.	
8	4	Lin. rotte.	Trèfle.	Froment.	Seigle. Navet.	
9	4	oine.	Trèfle.	Froment.	Seigle. Navet.	
10	4	oment.	Seigle. Navet.	Pommes de terre.	Lin. Carotte.	
11	4	eigle. avet.	Chanvre.	Lin. Carotte.	Avoine.	



pens à fumer, savoir, 8 de lin et 8 de pommes de terre, 20 arpens de grains à récolter, savoir, 8 de froment, 8 de seigle et 4 d'avoine, plus deux récoltes intercalaires de navets et de carottes.

Il va sans dire que je ne cite pas cet exemple comme bon à imiter partout, mais comme méthode d'ordre dans les calculs d'économie agricole. (Voy. *le tableau ci-contre.*)

Avant de terminer ce qui est relatif aux assolemens successifs, je dois dire quelques mots de certaines rotations qui se rattachent à cette doctrine sous une forme insolite.

Les assolemens d'arbres sont, à cause de la longueur des périodes, moins bien connus que les autres; les pépiniéristes se contentent d'alterner les arbres fruitiers et forestiers, parce que les premiers appartiennent presque tous aux rosacées, et les autres aux amentacées ou aux conifères : peut-être se trouveront-ils bien d'apprécier un peu plus exactement la diversité des familles dans chaque classe. On sait bien qu'il faut éviter dans les promenades de remplacer un arbre par son pareil; on sait moins qu'il faut changer même de famille; les recrues de bois blanc dans les forêts ne sont pas de vrais assolemens, car elles sont indépendantes de la volonté de l'homme, et rentreraient à certains égards dans les assolemens simultanés. Les Belges sont, à ma connaissance, les seuls qui dans leurs défrichemens aient été amenés par leur pratique réfléchie à de vrais assolemens d'arbres; ils sèment le plus souvent des genêts, puis des pins, puis des hêtres ou autres amentacées, et au bout de 30 ou 40 ans, le sable de la Campine se trouve ainsi suffisam-

ment amélioré pour une culture régulière de plantes herbacées. Exemple à imiter dans les Landes !

On admet quelquefois des assolemens d'arbres et d'herbes : ainsi, dans cette même Campine, on admet la luzerne entremêlée avec les arbres, ou leur succédant; dans quelques points des environs de Lodève, on défriche les mauvais terrains en y semant du genêt d'Espagne (1), puis on le met en culture. Dans la Basse-Normandie, on sème de l'ajonc (2) dans les terrains épuisés, et au bout de trois ou quatre ans, on peut le remettre en culture. Enfin, dans les coteaux des bords de la Nahe, on alterne à de longs intervalles le trèfle avec la vigne, et l'on assure que la fertilité qui est due au trèfle compense avec avantage les trois ans de non-valeur de la jeune vigne qu'on replante.

On pourrait même dire qu'il existe des assolemens de végétaux et d'animaux : ainsi, dans plusieurs parties de la vallée de la Saône, on alterne les cultures végétales en établissant, pendant deux ou trois ans, des étangs empoissonnés; ces poissons sont une valeur, et de plus, leurs débris engraissent le terrain pour plusieurs années.

La méthode de Tull pourrait aussi être citée à quelques égards parmi les assolemens successifs; mais pour ne pas y revenir, je la mentionnerai plus tard.

---

(1) Les fibres corticales y servent à faire du fil et de la toile assez bonne.

(2) *Ulex europæus*. On le nomme *vignaux* aux environs de Bayeux.

§. 5 Des assolemens simultanés.

Les plantes sociales sont peu nombreuses dans la nature, et si on fait exception des prairies naturelles, si fréquentes dans les steppes ou les montagnes, et des forêts des pays tempérés, on voit que presque toutes les autres plantes vivent d'autant plus dispersées que le sol est plus favorable à la végétation : c'est donc un état contre nature, que celui où nous mettons la plupart de nos végétaux cultivés, lorsque nous forçons les individus d'une espèce à vivre en grand nombre sur un terrain. Cependant, comme il y a en général de l'avantage à imiter dans la culture les phénomènes naturels, il est utile d'examiner si au moins, dans plusieurs cas, il ne peut pas y avoir du profit à réunir plusieurs espèces sur un même terrain, et quelles sont les lois de ces réunions.

La loi fondamentale est la même que pour le cas précédent : il faut que les excrétions ou les débris d'une espèce ne nuisent pas à la santé de ses voisines, ou, ce qui vaut mieux encore, favorisent la nutrition de celles qu'on veut faire cohabiter avec elles : ainsi, les plantes à suc âcre nuisent à leurs voisines; l'euphorbe nuit au lin, l'ivraie au blé, le *cirsium arvense* à l'avoine, etc., etc. Il paraît aussi que le figuier nuit par ses racines aux arbres qui en sont trop voisins : on l'a observé récemment (1) en Angleterre, quant à son rapprochement du pêcher, et on rappelle à cette occasion que les lois de Solon, qui fixaient six pieds pour la distance ordinaire

(1) *Gentlem. magaz.*, 1825, p. 130; Bull. sc. agr., 3, p. 310.

des arbres, en exigeait neuf lorsqu'il était question du figuier. Au contraire, les plantes à suc doux paraissent favoriser leurs voisines. Il est très-probable, quoiqu'on puisse moins bien le démontrer que pour les assolemens successifs, que les plantes identiques ou analogues se nuisent dans leur rapprochement, parce que leurs exsudations ne peuvent servir à leur nutrition; aussi voyons-nous que tous les assolemens simultanés, dont l'utilité n'est nulle part contestée, sont formés par la réunion de plantes de familles différentes : telles sont les draviers, les warats, ou les hivernages des départemens du nord de la France, qui consistent en féve et avoine, vesce et avoine, pois et avoine, lentille et avoine, vesce et seigle, etc.

A ces considérations fondamentales on en peut joindre d'autres plus pratiques.

1°. La manière dont les végétaux s'ombragent réciproquement influe beaucoup sur la possibilité de les réunir. L'ombre légère de l'amandier ou du pêcher fait peu de tort aux vignes, et permet de les y entremêler, tandis que tout autre arbre doit en être proscrit. Les arbres des vergers nuisent peu aux prairies, pourvu qu'ils ne soient pas trop rapprochés.

2°. La diversité des époques où certaines plantes ont éminemment besoin de clarté, permet certaines réunions. Ainsi les trèfles vivent bien à l'ombre du blé tant qu'ils sont jeunes, mais ont besoin du plein air dès qu'ils approchent de la fleuraison.

3°. La profondeur et la grandeur diverses des racines permettent certains rapprochemens et en proscrivent

d'autres. Ainsi certaines céréales ou le colza vivent bien épars entre les pommes de terre.

4°. Le mélange de végétaux propres à servir de soutiens, et de végétaux qui ont besoin d'être soutenus, est une bonne imitation de l'état naturel des choses. Ainsi, parmi les herbes, on se trouve bien de semer un peu de seigle avec la vesce, ou avec les lentilles, ou avec les pois, pour les soutenir, ou de mélanger les haricots entre les maïs pour leur donner un appui. Ainsi, quant aux végétaux ligneux, on connaît d'ancienne date l'utilité du mariage de la vigne avec l'érable ou le cerisier.

5°. La manière diverse dont les tiges s'alongent ou s'étalent favorise certaines cohabitations : ainsi les légumes prospèrent entre les pieds de maïs, et on a remarqué que le trèfle rampant s'allie bien avec la plupart des graminées dans les prés, parce qu'il empêche probablement le desséchement du sol qu'il recouvre, et qu'il n'empêche pas l'exhaussement des tiges des gramens.

Si le mélange de plusieurs espèces hétérogènes dans les prairies paraît avantageux, j'ai bien de la peine à croire, malgré le témoignage des praticiens, que le mélange des céréales soit utile. On sait que les paysans mêlent fréquemment le seigle et le froment, ou le froment avec l'orge, sous les noms de *mètel*, *mèteil*, *messèl*, etc., ou l'orge et l'avoine cultivés dans la Sarthe et dans Loir-et-Cher sous le nom de *mélarde*, dans le Haut-Rhin sous celui de *bœge*. Ils assurent, et un habile agriculteur, M. de Beaujeu (1), confirme cette assertion,

---

(1) Cité par M. Dureau de la Malle dans sa Notice sur l'agric. du Bocage Percheron.

qu'un champ ainsi mêlé rapporte plus en grains que si on l'eût partagé en deux moitiés semées chacune d'une espèce pure; mais je ne sais trouver le récit d'aucune expérience assez rigoureuse et détaillée pour fixer mon opinion, et je remarque, 1° que, vu la diversité des époques de maturité, on est toujours exposé à moissonner trop tôt ou trop tard; 2° que l'analogie de l'ensemble des faits connus est contraire à la réunion de plantes si homogènes.

Les assolemens simultanés sont plus faciles et plus fréquens dans les provinces méridionales que dans le nord de l'Europe. La plus grande ardeur du soleil y rend l'ombrage plus souvent utile, et la plus grande fertilité du sol y permet plus de végétation sur un espace donné. C'est ainsi qu'on voit souvent en Toscane des oliviers ombrager des citronniers, sous lesquels naît encore du blé, et quelquefois du trèfle. Les provinces du nord ont commencé à admettre des assolemens simultanés depuis que leur économie agricole s'est améliorée. Ainsi les récoltes sarclées cultivées en raies, et se remplaçant rapidement, sont mêlées pendant une partie de l'année, et sont ainsi des exemples mixtes entre les deux systèmes.

La méthode de Tull, telle qu'elle était dans l'origine, consistait à semer les céréales en bandes étroites, et à laisser entre chacune d'elles une bande vacante, qu'on sarclait pendant l'été, et qui l'année suivante était semée, tandis que la première se reposait à son tour. C'était une sorte de jachère biennale fort supérieure à la jachère ordinaire. M. A. Cambon avait imaginé de semer la bande vacante en trèfle, et d'alterner de même la

destination des deux bandes, méthode qui tendait à réunir celles des assolemens successifs et des assolemens simultanés ; il avait même commencé des essais intéressans : il entremêlait avec le froment dans un même terrain des bandes de tous les divers fourrages artificiels, et lorsque l'année suivante il revenait à semer le froment sur chacune d'elles, il jugeait avec une singulière facilité la valeur relative de ces divers fourrages considérés comme moyen d'améliorer le sol. Ayant perdu de vue cet habile cultivateur, j'ignore les résultats qu'il a pu obtenir; mais je signale sa méthode comme ingénieuse et exacte.

Le système de culture des forêts et des céréales entremêlées, que M. Cotta a fait connaître en Allemagne sous le nom de *Baufeldwirthschaft*, et que M. Noirot (1) vient de signaler, doit se rapprocher du précédent. Il consiste à remplacer alternativement les forêts par les céréales, et celles-ci par de nouvelles forêts, et même à entremêler avec eux des prairies artificielles, telles que le trèfle et le sainfoin. Cet assolement d'arbres et d'herbes tient le milieu dans les détails de son établissement entre les assolemens successifs et simultanés.

Je termine ici ces considérations sur l'épirréologie végétale et sur les conséquences générales qu'on en peut tirer pour la géographie des plantes, leur nosologie et leur culture. Que si, dans cet aperçu d'une immense étude, je mérite peut-être quelque blâme sous le rapport de la stricte logique, pour avoir autant insisté sur les applications agricoles, j'espère que leur importance

(1) Traité de la culture des forêts, 1 vol. in-8°, Dijon, 1832.

me servira d'excuse. La botanique et l'agriculture sont deux provinces d'un même état (le règne végétal) qui sont séparées par une large rivière, laissant d'un côté la théorie, et de l'autre la pratique; il devrait y avoir une foule de ponts pour passer d'un côté à l'autre. J'ai tâché d'en construire quelques-uns ou nouveaux ou mieux fondés qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. Ce serait aux agronomes à poursuivre ce travail dans les détails de la culture; mais pour cela il faut qu'ils s'étayent des connaissances botaniques plus qu'ils ne l'ont fait, et peut-être qu'on ne pouvait le faire dans le temps où la botanique était livrée aux systèmes artificiels et la physiologie aux hypothèses.

APPENDIX.

INDICATION DES TRAVAUX PROPRES A PERFECTIONNER LA PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE.

Une des circonstances qui a le plus contribué à retarder les progrès de la physiologie, soit animale, soit végétale, c'est qu'il y a toujours eu fort peu d'individus qui aient fait de cette étude le but direct de leurs travaux : les uns l'ont cultivée occasionnellement, comme devant fournir des documens à la médecine ou à l'agriculture; les autres, voués à l'anatomie, à la chimie ou à la classification, ont de temps en temps interrompu la série de leurs travaux pour étudier les êtres organisés sous le rapport de la vie. Les liaisons intimes de la physiologie avec un grand nombre de sciences diverses ont déterminé cette marche, et pourront faire qu'elle se continue, lors même que ses inconvéniens sont signalés. La force vitale est par elle-même quelque chose de si mystérieux, qu'il est peu d'esprits amis de la vérité qui sachent se dévouer à son étude directe et spéciale : on choisit donc un but qui offre plus de chances de succès, et on se borne à appliquer à l'étude de la vie les faits ou les théories qui résultent des travaux entrepris pour un autre but. Si je pouvais persuader à quelques jeunes amis du règne végétal que la physiologie végétale, sans devoir être séparée ni de la botanique proprement dite, ni des sciences physiques, mérite une vie tout entière, je croirais avoir rendu à cette science un service bien plus grand que ne pourra l'être le résumé que je viens d'en tracer : celui-là n'aura plus besoin de mes conseils, et en saura bien vite plus

que je n'en sais. Mais comme il y aura toujours un certain nombre de savans qui, voués aux sciences analogues à la physiologie végétale, seront de temps en temps frappés de leurs rapports, et voudront appliquer leurs connaissances à la vie des plantes, je pense qu'il ne sera pas sans quelque utilité de montrer comment les phytotomistes, les botanistes proprement dits, les chimistes, les physiciens, les cultivateurs, et même les voyageurs, pourront éclairer la science de la vie végétale. C'est sous ces différens chefs que je présenterai ici à chacune de ces classes de savans quelques considérations générales et quelques questions spéciales. Il va sans dire que cet agenda est particulièrement adressé aux jeunes gens, et à ceux qui débutent dans la carrière des observations.

§. 1. Par les Phytotomistes.

L'anatomie des animaux a servi de base à leur physiologie; il n'en a point été de même dans le règne végétal. La différence dans la marche de la zoologie et de la botanique à cet égard, a tenu, d'un côté, à ce que l'étude des organes élémentaires des plantes est bien plus difficile que celle des animaux, parce qu'elle exige plus continnement le secours du microscope; et de l'autre, que les recherches de simple chimie y sont plus faciles, à raison de la moindre complication des fonctions et des matériaux. Mais quoique la plupart des découvertes les plus importantes de la physiologie végétale aient été faites sans un secours bien marqué de l'anatomie, on peut espérer des rectifications et des améliorations importantes, qui pourront se déduire des recherches des phytotomistes; et je signalerai en particulier les points suivans à leur examen :

1°. Approfondir la connaissance exacte des méats intercellulaires; vérifier leur existence dans diverses classes, leur comparaison dans diverses familles et dans divers organes.

2°. Étudier plus complétement la structure, le rôle, les adhérences des rayons médullaires.

3°. Chercher à apprécier, s'il est possible, la nature, la forme, la connexion des cellules qui sécrètent ou renferment des sucs différens : ainsi, s'assurer s'il y a quelques différences appréciables d'organisation entre celles qui forment de l'huile ou de la lignine, ou toute autre matière.

4°. Étudier l'origine des nouvelles cellules ; se développent-elles dans les anciennes, ou sont-elles produites par la partie externe de leur membrane, ou naissent-elles entre les cellules déjà existantes ?

5°. Déterminer les limites possibles à établir entre les vrais méats intercellulaires et les divers genres de cavités aériennes du tissu.

6°. Est-il vrai qu'une simple cellule puisse, par son propre développement, former un embryon ou germe de végétal vasculaire ?

7°. Jusqu'à quel point peut-on reconnaître l'identité des germes fécondés et non fécondés, soit des embryons ou des tubercules ?

8°. Reconnaître la structure des vaisseaux laticifères, leur existence dans les diverses familles, et la nature des molécules mobiles qu'ils renferment ; s'assurer, s'il est possible, de leur rôle dans l'organisation.

9°. Vérifier si les phénomènes de la rotation sont bien différens de ceux de la cyclose ; s'ils se retrouvent fréquemment hors de la classe des cellulaires, et avec quels phénomènes de nutrition ils sont essentiellement liés.

§. 2. Par les Botanistes taxonomistes ou nomenclateurs.

Quoique la botanique proprement dite semble plus éloignée de la physiologie que ne l'est l'anatomie interne, elle a cepen-

dant de nombreuses connexions avec elle, et sous des rapports très-différens.

1°. Si la connaissance de la structure des organes élémentaires était assez avancée pour que l'on pût directement conclure de leurs formes à leurs fonctions, cette marche serait sans doute la plus logique; mais dans le plus grand nombre des cas, elle est presque impossible, et nous ne jugeons la nature des organes élémentaires que par les combinaisons des formes extérieures les plus essentielles. L'étude de celle-ci est ce qui constitue la méthode naturelle. La connaissance, non-seulement théorique, mais pratique, des familles est donc la base de toute l'étude des végétaux, et tout aussi bien sous le rapport des fonctions, que sous celui des formes : ainsi, quoique nous ignorions la cause de la nature des sucs, nous la conjecturons avec un grand degré de vraisemblance par les classifications; quoique nous ne sachions point reconnaître, à leur aspect, si deux arbres pourront se greffer l'un à l'autre, nous le devinons presque toujours par leur place dans l'ordre naturel. Je ne saurais trop engager les physiologistes à habituer leurs esprits à ce genre de classifications et à ses conséquences, et en particulier, à s'en servir comme de base pour le choix de leurs expériences. Dès qu'un fait se présente à eux sur une plante quelconque, il y a deux recherches ultérieures pour en fixer la généralisation. Est-il universel dans une famille? Se retrouve-t-il dans des familles ou des classes différentes? Par cette marche méthodique, on évite le double embarras, ou de ne pas généraliser assez, ou de généraliser trop. Dans le règne animal, où les classes sont plus prononcées, et par conséquent plus généralement connues, le moindre commençant sait bien que d'une expérience sur un oiseau ou un poisson, il ne peut que bien rarement conclure pour un insecte ou pour un oursin. Dans le règne végétal, on a fait long-temps des raisonnemens de ce genre, parce que les groupes naturels y sont moins évidens et moins populairement connus. Il importe donc que tous ceux qui veulent avancer la

physiologie, la fondent sur la classification naturelle, ou la lient avec elle par de fréquentes connexions. Une foule de conséquences très-simples, et souvent même très-pratiques, naîtront de cette jonction : ainsi les théories de la greffe, des assolemens, etc., étaient inintelligibles avant qu'elles eussent été éclairées par la méthode naturelle.

2°. Quoique la connaissance détaillée des espèces semble, au premier coup-d'œil, peu nécessaire au physiologiste, elle l'est cependant plus fréquemment qu'on le pense. Combien de résultats faux n'a-t-on pas obtenus, en comparant entre elles des plantes qu'on croyait identiques, et qui étaient réellement différentes! La plupart des documens qu'on tire de la botanique géographique sont facilement viciés par ce genre d'erreurs. Que conclure d'expériences ou d'observations comparatives, faites sur des végétaux dont l'identité n'est pas démontrée? Que d'erreurs sur l'influence des agens extérieurs, sur la formation des hybrides, des variétés, des déformations, et des monstruosités, sur la prétendue transformation des espèces, sur les naturalisations, sur les greffes, etc., n'ont pas été introduites par ce mépris de plusieurs physiologistes pour la distinction exacte des espèces!

3°. L'emploi de la nomenclature régulière de la botanique est encore un objet qui doit être recommandé aux physiologistes sous plusieurs rapports : non seulement il en resulte que les savans de toutes les nations peuvent, sans ambiguité, comprendre leurs assertions et répéter leurs expériences, mais qu'eux-mêmes s'accoutument à distinguer avec plus de soin les espèces et les divers ordres de variétés. Il est aisé de plaisanter sur l'importance trop grande que les nomenclateurs semblent attacher aux noms, et il est certain qu'il n'est pas plus nécessaire à l'histoire naturelle que tous ceux qui s'en occupent excellent dans la nomenclature, qu'il ne l'est en littérature que tous ceux qui s'en occupent soient des grammairiens consommés. Mais peut-on soutenir que la connaissance de

la langue ne sert à rien en littérature? Il en est de même dans l'histoire naturelle ; sa langue doit être connue, sous peine d'y commettre de graves erreurs. L'habitude de cette langue méthodique tend à mettre de l'exactitude dans l'esprit, et à abréger une foule de travaux. Combien d'articles complétement inutiles ou erronés ne trouve-t-on pas dans les journaux d'agriculture, d'horticulture ou de chimie, qui tiennent uniquement à cette ignorance de la langue rationnelle adoptée par les naturalistes! Comparez la confusion inextricable des noms des variétés de fleurs ou de fruits admis par les jardiniers, avec la simplicité que l'on trouve dans quelques essais faits pour amener ces objets aux méthodes de nomenclature scientifique, et vous aurez une idée de ce que peut l'emploi d'une bonne méthode appliquée aux objets même les plus populaires. J'ajouterai encore que la diversité des langues, l'ignorance des traducteurs ordinaires sur ce genre de matières, l'absence d'un bon dictionnaire sur cette classe de termes, sont autant de motifs qui doivent engager les physiologistes et les agriculteurs à se familiariser avec le langage botanique. Observons enfin que les noms populaires, souvent incohérens entre eux, n'appellent point l'esprit à réfléchir sur l'analogie ou la disparaté des espèces, tandis que la nomenclature y conduit forcément. Quand je vois deux arbres, dont l'un s'appelle *tremble*, et l'autre *ypréau*, rien ne m'avertit qu'ils ont des rapports intimes; si je les connais sous les noms de *peuplier tremble* et de *peuplier blanc*, je sens la nécessité de les comparer de plus près. Si au contraire je ne connais l'elæagnus, que sous le nom d'*olivier de Bohême*, je serais tenté de le comparer beaucoup trop avec le véritable olivier. J'ai choisi à dessein des exemples bien évidens; mais il serait aisé de montrer dans les ouvrages combien de petites erreurs tiennent à cette cause.

4°. Il serait à désirer que les botanistes collecteurs, qui mettent tant de soin à réunir des collections des espèces et

variétés des plantes, dirigeassent leur attention vers la formation d'herbiers physiologiqnes. La comparaison attentive des échantillons des mêmes espèces crues à divers degrés de hauteur absolue, d'éclairement, de température, d'humidité, dans des sols divers, ou par la consistance, ou par la nature des molécules minérales, ou par celle des engrais qu'ils auraient reçus, etc., éclairerait beaucoup la physiologie sur l'influence de ces divers agens. On se fait facilement illusion sur des souvenirs plus ou moins vagues : des collections fixent les faits d'une manière précise.

§. 3. Par les Chimistes.

La chimie a rendu d'immenses services à la physiologie. C'est à elle qu'est due la connaissance de la décomposition de l'acide carbonique, et des principaux rapports des plantes avec les élémens qui les entourent; c'est elle qui a fait connaître les matières élémentaires et les matériaux immédiats dont les végétaux sont formés. La première classe de ces travaux, faite dans le but direct de servir la physiologie, laisse peu de chose à désirer; la seconde, qui n'a presque été considérée que sous des points de vue technologiques ou médicaux, laisse beaucoup à faire, quant à l'étude de la vie des plantes.

1°. On a beaucoup trop souvent analysé les végétaux en bloc et sans distinction d'organes. Que peut-on conclure pour l'étude de la vie de ces analyses faites sur des corps complexes, où l'on mêle tous les organes, tous les sucs, et où on ne nous donne qu'un résultat, utile peut-être dans quelques arts, complétement nul sous le rapport physiologique? Les analistes qui voudront rendre leurs travaux précieux sous ce point de vue, devront d'abord distinguer toujours les organes, et donner ainsi les produits séparés du corps ligneux et de l'écorce, de la racine et de la tige, des feuilles, des bractées, des pétales, des anthères, des fruits, des graines, etc. Ils peu-

vent même facilement distinguer dans les corps ligneux et corticaux les couches nouvelles ou anciennes, l'enveloppe cellulaire, l'épiderme, la moelle; dans les feuilles, les nervures, le pétiole, le parenchyme, les cuticules; dans les anthères, l'enveloppe générale, l'enveloppe propre du pollen et la fovilla; dans les fruits, l'épicarpe, le mésocarpe, l'endocarpe, la pulpe et le placenta; dans les graines, le spermoderme, l'albumen, l'embryon en masse, les cotylédons. Quelques analyses détaillées, faites de diverses plantes, en séparant ainsi tous leurs organes, rendraient un service essentiel à la physiologie. Le perfectionnement de l'art des analyses permet ces recherches détaillées, parce qu'on est parvenu à agir sur de très-petites masses avec quelque précision. Mais il ne faudra pas perdre que plus on opère en petit, plus le résultat est douteux, et de vue que par conséquent la chimie microscopique participe à tous les doutes de la chimie atomistique et de l'emploi du microscope.

Ce que je viens de dire des organes, je le dirai également des sucs : les besoins de la pharmacie les ont plus souvent fait analyser séparément; mais il resterait beaucoup à faire pour mettre de la précision dans ces recherches; il faudrait faire plus d'efforts pour les obtenir séparés de tout mélange, purs de toute préparation.

2°. On a trop souvent analysé les végétaux sans donner la moindre attention aux époques de leur vie, ou aux circonstances de leur végétation, dans lesquelles on les choisissait pour cet examen. Chaque organe des plantes, analysé dans sa jeunesse, dans son état moyen et sa maturité, donne des résultats différens. Quelques cas spéciaux où on a tenté ce genre de recherches successives, en ont prouvé toute l'importance : on y apprendrait les transformations graduelles des matériaux de la végétation, et on pourrait pour ainsi dire en suivre le mécanisme. Des connaissances analogues résulteraient de l'analyse d'un même organe ou d'un même suc à diverses épo-

ques de l'année, de l'analyse d'un même végétal cru dans des terrains, des expositions ou des climats divers.

Sous le point de vue que je viens de désigner, les recherches chimiques de M. Théod. de Saussure, sur les cendres des végétaux, peuvent servir à la fois et de modèle pour la marche qu'on peut suivre, et d'encouragement pour les succès qu'on peut en espérer.

3°. Les chimistes ont avec raison porté leurs principaux efforts sur les caractères formels qui distinguent chacun des matériaux immédiats des végétaux; mais ces matériaux sont évidemment susceptibles de modifications dans le tissu même du végétal vivant; et l'un des points de recherche qui conduira le plus sûrement à comprendre la vie végétale, c'est d'étudier les limites de ces modifications et les causes qui peuvent les déterminer. On a déjà la preuve que plusieurs de ces matériaux peuvent se changer les uns dans les autres; mais on n'a obtenu ce résultat que par des températures élevées ou des agens puissans, et qu'on ne peut supposer en action dans le végétal vivant, tels que l'acide sulfurique ou les alcalis caustiques. Il importerait de chercher à produire ces transformations par des agens analogues à ceux auxquels ces matériaux sont soumis dans la plante vivante.

4°. Un des moyens les plus utiles pour deviner les limites de ces modifications des matériaux, et aussi pour lier la chimie avec la botanique sous les rapports théoriques et pratiques, serait de faire des analyses comparatives des organes ou sucs correspondans dans un grand nombre de genres et d'espèces appartenant à la même famille naturelle : si l'on trouve la même matière dans tous, on corroborera la théorie des affinités et celle des succédanés; si on en trouve de différens, on arrivera, en les comparant, à mieux comprendre l'analogie des matériaux entre eux.

Après ces considérations qui se rapportent aux analyses en général, je me permettrai de signaler ici aux chimistes quelques

points spéciaux qui me paraissent dignes de leurs recherches.

1°. L'histoire de la fécule exige encore des travaux délicats: sa partie soluble est-elle identique ou seulement analogue à la gomme? Son tégument est-il identique dans sa nature chimique avec l'enveloppe propre des cellules? A quoi tient la coloration ou la non-coloration par l'iode dans des matières d'ailleurs très-semblables? Est-il vrai que la même plante et le même organe peut, dans des circonstances différentes, donner de la fécule colorable ou non colorable par l'iode? Quelles sont les variations de la quantité de la fécule dans les mêmes organes, à des âges différens?

2°. Il serait utile de faire l'analyse de la lignine, prise sur le même arbre à divers âges des couches ligneuses, de manière à la comparer à elle-même à divers degrés de lignification;

Prise sur des arbres de bois très-différens entre eux, mais en les comparant au même âge;

Prise dans divers organes, tels que le corps ligneux, l'écorce, la racine, etc.;

Prise enfin dans des classes différentes, telles que des exogènes, des endogènes, et même dans ceux des végétaux cellulaires où on a dit en avoir trouvé.

Il faudrait encore faire en sorte de distinguer, s'il est possible, la membrane des cellules du dépôt ligneux qui s'y forme.

3°. Reconnaître par l'expérience la qualité probablement acide du suc qui détermine l'enfoncement des lichens dans les pierres calcaires, et celles de la matière, qui établit souvent une union si intime entre les lichens ou les algues et les pierres auxquels ces végétaux adhèrent sans crampons.

4°. Reconnaître la nature du suc caustique qui est dans la glande à la base des poils des orties, des malpighia, des jatropha brûlans, et qui renferme probablement un alcali.

5°. Reconnaître les caractères de la glu, et des matières glutineuses excrétées par les végétaux.

6°. Analyser comparativement les cires végétales, soit ex-

crétées par les feuilles, ou les bourgeons, ou les fruits, à l'état de poussière glauque, soit mélangées dans les sucs laiteux, etc. Il est probable que l'on confond sous ce nom des matières différentes.

7°. Examiner l'enduit glaireux qui entoure un grand nombre de plantes aquatiques et les protége contre l'eau.

8°. Analyser d'une manière comparative les nectars fournis par des fleurs de familles différentes et par diverses sortes de nectaires.

9°. Analyser comparativement les divers sucs connus sous le nom de manne.

10°. Examiner la matière âpre qui remplit les gousses du *sophora japonica* et de quelques légumineuses analogues, en la comparant avec les produits de cette famille, long-temps confondus sous le nom d'extractif.

11°. Apprécier en détail, et en suivant le travail commencé par M. Macaire, la nature et la quantité des matières excrétées par l'extrémité des racines, et déposées par elles dans le sol, et comparer la nature de cette excrétion dans les familles à sucs doux, tels que les légumineuses et les graminées, avec celles à suc âcre, telles que les papavéracées, les euphorbiacées, etc.

12°. Analyser l'eau qui se forme ou se dépose dans les cavités des feuilles du nepenthes, du cephalotus, etc., celle qui découle du *cæsalpinia pluviosa*, etc.

13°. Multiplier les analyses des sucs laiteux faites comparativement, d'abord entre des plantes d'une même famille, puis entre des végétaux de familles différentes.

14°. Comparer les sucs laiteux à divers âges. Que devient en particulier celui de la figue au moment de la maturité, et comment une matière si âcre est-elle transformée ou remplacée par une matière si sucrée?

15°. Constater la composition générale des sucs résineux, et classer leurs divers produits. Multiplier pour cela leurs analyses

comparées dans une même feuille et dans des familles différentes.

16°. Comparer entre elles, et avec le camphre, les différentes matières solides déposées par les huiles essentielles.

17°. Comparer de même les produits analogues des huiles fixes, soit entre eux, soit avec les matières connues sous le nom de beurres.

18°. Étudier comparativement les matières savonneuses observées dans des organes, et des familles si différentes du règne végétal.

19°. Le caoutchouc doit-il faire partie des matériaux azotés? Son mode de formation peut-il être apprécié quant à l'influence de l'air?

20°. La couleur jaune du suc de la chélidoine et de quelques guttifères tient-elle, comme on le dit de la couleur rouge de celui de la sanguinaire, à la présence de quelque sel alcalin?

21°. Répéter les expériences propres à faire connaître la nature de l'air renfermé dans les vaisseaux et les cavités internes des plantes, en les variant selon les saisons, les heures du jour, les expositions à l'obscurité ou au soleil, etc. Cet air est-il en particulier plus oxigéné que l'air atmosphérique, ainsi que le dit M. Bischoff, ou moins oxigéné que lui, ainsi que le dit M. Dutrochet? L'air des vaisseaux est-il identique dans sa nature avec celui des cavités?

22°. Vérifier en grand, comme M. Macaire l'a déjà fait en petit, si les contradictions qui semblent exister entre les expériences directes sur l'effet des vapeurs délétères, et les faits observés près des manufactures de produits chimiques, ne tiennent pas à ce que les vapeurs ne sont absorbées par les végétaux que pendant la nuit, et qu'on a fait les expériences pendant le jour?

23°. Les champignons parfaitement bleus, tels que le *telephora cœrulea*, contiennent-ils une quantité notable d'oxide de fer?

24°. Y a-t-il quelque analogie chimique entre l'état des feuilles passées à la teinte feuille-morte, et celui des fruits blets ?

25°. Les couleurs parfaitement noires qu'on observe dans quelques champignons *(peziza nigra, sphæria hypoxylon)* ou dans la fin de la vie des corolles de *tournefortia mutabilis*, seraient-elles dues à quelque formation d'ulmine ?

26°. Ne pourrait-on pas coërcer et analyser les odeurs exhalées par un grand nombre de fleurs ?

27°. Déterminer la composition élémentaire des matériaux immédiats où elle n'est pas connue, et dont la liste se trouve au bas du tableau qui termine le chapitre XI du livre II. Reconnaître ainsi si ces matériaux méritent réellement d'être considérés comme distincts.

§. 4. Par les Physiciens.

Les physiciens ont éclairé la physiologie dès le commencement du siècle dernier. Leurs théories et leurs appareils ayant précédé le développement de la chimie, ont pu être plus promptement appliqués aux sciences compliquées de phénomènes physiques et de phénomènes vitaux. Aussi ne reste-t-il qu'un petit nombre de points sur lesquels il me paraisse utile d'appeler aujourd'hui l'attention.

1°. L'action de l'électricité voltaïque sur la végétation mériterait d'être reprise et variée.

2°. Celle de l'électricité atmosphérique pourrait être facilement appréciée, mieux qu'elle ne l'a été jusqu'ici.

3°. L'action des divers rayons solaires, tant lumineux que calorifiques, sur la décomposition de l'acide carbonique et la coloration des végétaux, mériterait d'être appréciée directement.

4°. On pourrait se servir des thermoscopes très-sensibles

dont la physique est aujourd'hui en possession, pour déterminer les variations de température que les plantes peuvent offrir à certaines époques, telles que la fleuraison, la germination.

§. 5. Par les Cultivateurs (1).

Les cultivateurs, soit en grand, comme les agriculteurs, soit en petit, comme les jardiniers ou horticulteurs, peuvent retirer de grands services de l'étude raisonnée de la physiologie végétale. Déjà en revanche, et sans y prétendre, ils lui ont aussi fourni d'utiles documens et des exemples propres à corroborer ou à renverser certains principes. Ils peuvent devenir encore bien plus utiles à cette étude, et éclairer en même temps leur propre science, en dirigeant leurs travaux d'après des principes plus rigoureux dans l'observation des faits et l'art de préparer les expériences. Quelques-uns se sont distingués honorablement sous ce rapport; mais il est à regretter que les exemples des grands maîtres n'aient pas toujours été suivis.

1°. Le vice radical qui enlève une grande partie de l'utilité possible des travaux des cultivateurs est l'absence, beaucoup trop fréquente, d'expériences comparatives, et rigoureusement comparatives. Tous les jours on lit dans les ouvrages de culture, et on entend dans la conversation, raconter l'emploi de tel procédé, et le proclamer bon ou mauvais, sans terme exact de comparaison. On en rapporte le produit à une moyenne approximative que chacun a cru se faire du produit de ses champs; et quand on en vient à un examen plus soigné, on ne tarde pas à reconnaître que cette moyenne est presque arbitraire entre de larges limites; que, par conséquent, l'assertion vague qu'un procédé a bien ou mal réussi tient très-sou-

(1) Voy. extrait de la séance de clôture de mon cours de botanique agricole dans le Bulletin de la classe d'agriculture de Genève, nos 8 et 9, 1823.

vent au caractère personnel de l'observateur. Or, comme la plupart de ceux qui font des expériences aiment à les voir réussir, ils tendent toujours, par une pente très-pardonnable de l'esprit, à s'exagérer les résultats favorables de leurs essais, et à se dissimuler les résultats contraires. De là cette multitude immense de procédés vantés par leurs auteurs, répétés sans examen par les journaux, et qui, en réalité, ne peuvent se soutenir dans la pratique, ni éclairer la théorie. Le premier remède à ce mal est que les cultivateurs comprennent qu'un essai ne prouve rien, tant qu'on ne place pas à côté de lui un autre essai comparatif; je m'explique : une expérience ne peut donner qu'un seul résultat. On doit placer les êtres qu'on veut étudier comparativement dans toutes les circonstances semblables, sauf une seule, qu'on établira positive dans l'un des cas, négative dans l'autre. Alors on pourra conclure sur un point. Si la question est complexe, il faut simultanément ou successivement la résoudre par autant d'expériences de ce genre qu'elle renferme de points distincts. Cette méthode logique est fort connue dans toutes les autres sciences ; elle est impossible en médecine, parce qu'on ne peut pas soumettre le même individu à la fois à deux traitemens. Les bons médecins font tous leurs efforts pour s'en rapprocher par des moyennes comparatives; mais en agriculture on peut presque toujours l'employer directement : un terrain peut être divisé en parties semblables et contiguës, de manière à apprécier assez rigoureusement les résultats de deux méthodes. On juge ainsi leur comparaison dans des circonstances données ; et en répétant cette expérience sous des climats et dans des terrains divers, on arrive à un résultat général. C'est ainsi qu'ont procédé les maîtres de l'art. Il serait à désirer que cette foule de sociétés d'agriculture et d'horticulture qui couvrent aujourd'hui l'Europe, admissent en principe de ne donner quelque attention qu'aux expériences vraiment comparatives et exprimées par des chiffres formels.

2°. La seconde des causes générales qui font que les travaux des cultivateurs n'ont pas toujours pour la physiologie l'importance qu'ils devraient avoir, c'est qu'ils sont trop souvent dirigés et exposés avec peu d'ordre et de méthode. Trop souvent les cultivateurs se fient à leur mémoire, et négligent de noter les détails successifs d'une expérience ou d'une observation. Or, sans notes précises, sans étiquettes rigoureuses, sans pièces de conviction, les esprits les plus exacts sont sujets à se faire d'étranges illusions sur les phénomènes de longue durée. J'ai été souvent frappé de cette cause d'erreur ou d'incertitude, en voyant par mes propres yeux un certain nombre d'expériences agricoles qui ont eu cependant de la célébrité.

3°. Les cultivateurs sont en général trop enclins à croire que les limites de l'utilité pratique sont celles de la possibilité théorique : c'est ainsi qu'ils disent d'un arbre qu'il ne vient pas de bouture, lorsque son bouturage est assez sujet à manquer pour qu'il vaille mieux le multiplier par quelqu'autre système, ou qu'il ne supporte pas la greffe en fente, seulement parce que la greffe en écusson y est plus facile ou plus usuelle.

4°. L'emploi trop habituel des nomenclatures populaires contribue à laisser perdre une partie des documens recueillis par les cultivateurs. D'autres, il est vrai, se jettent dans l'extrême opposé, et veulent employer exclusivement la nomenclature méthodique, même dans les cas où ils la savent mal, et ceux où elle est mal assise, comme cela arrive pour beaucoup de variétés : l'emploi simultané des deux nomenclatures sera encore long-temps nécessaire, et ne deviendra superflu que lorsqu'on possédera de bons dictionnaires synonymiques des noms vulgaires rapportés aux noms scientifiques. La science aurait bien besoin d'un Stendel appliqué à ce genre de concordance!

Indépendamment de ces considérations générales, j'indiquerai ici quelques points de détails dont l'exploration pourrait être soumise aux cultivateurs.

1°. L'exploration détaillée des hybrides, soit d'espèces, soit

de variétés, faite avec suite et précision, peut enrichir les jardins d'une foule de faits utiles ou curieux, et éclairer la physiologie sur l'origine des êtres et leurs modifications.

2°. Il serait curieux de tenter, par divers procédés, des greffes de monocotylédones. Peut-être celui qui offre le plus de chance de succès serait de faire une greffe par approche, au moyen de deux rameaux ou de deux troncs coupés longitudinalement par la moitié, et appliqués par le côté plane.

3°. Apprécier, par des expériences exactes, si le sulfatage (ou chaulage au vitriol de cuivre) peut, outre la carie, débarrasser les céréales du charbon, et de quelques autres maladies dues à des champignons parasites.

4°. Reconnaître si le plâtrage des légumineuses, pour fourrage artificiel, se fait réellement aussi bien avec du plâtre cru qu'avec du gypse calciné; s'il est vrai que ce genre d'amendement fasse développer les herbes d'autres familles que les légumineuses; s'il est vrai qu'il détermine dans les graines des légumineuses un endurcissement qui les rende difficiles à cuire; s'il est vrai que son action soit différente sur les terrains qui contiennent déjà du sulfate de chaux, et sur ceux qui n'en contiennent point.

5°. Déterminer par des expériences exactes et variées si les céréales mêlées dans le même champ donnent plus ou moins de produit moyen que les mêmes quantités de graines semées isolément dans des compartimens différens?

§. 6. Par les Voyageurs ou Naturalistes sédentaires dans les pays situés hors d'Europe.

Presque toutes les expériences et les observations de physiologie végétale ont été faites dans l'Europe tempérée; et il reste par conséquent beaucoup à faire sur les végétaux que nous ne voyons que de loin en loin dans les jardins, et sur les influences de climats ou de localités très-différentes des nôtres. Il serait

pour ainsi dire à désirer que toutes les lois admises dans cette science fussent soumises à une vérification expérimentale sous la zone torride, et même sous la zone glaciale. J'ose tout au moins appeler l'attention des naturalistes qui parcourent ou habitent ces pays, sur les points suivans :

1°. Étudier l'âge des vieux arbres, en suivant les méthodes indiquées, vol. 2, p. 963 et suiv.

2°. Étudier en particulier la durée nécessaire pour le développement des zones transversales visibles sur le tronc des palmiers et arbres analogues.

3°. Déterminer la direction de l'enroulement des tiges volubles, dans l'hémisphère anstral, en se supposant au centre de la spire, tourné vers l'équateur.

4°. Vérifier sur les dracæna et arbres analogues le mode de développement des branches : est-il vrai que, dans leur état habituel, les fibres s'épanouissent en patte d'oie sur le tronc, comme l'a décrit Du Petit-Thouars?

3°. Décrire en détail le mode d'adhérence sur le corps ligneux des loranthacées et autres parasites.

6°. Déterminer autant que possible l'origine des sucs excrétés par les végétaux, et noter les circonstances atmosphériques où la sortie de ces sucs a lieu.

7°. Étudier le mécanisme du soulèvement du tronc des palmiers, le comparer avec celui qu'on dit avoir lieu dans les rhizophora, et s'assurer s'ils sont identiques dans leur apparence et dans leur cause.

8°. Examiner avec soin le développemeut des régimes floraux, qu'on dit exister plusieurs années à l'avance dans le tronc des palmiers; en décrire les phases successives.

9°. Dresser à diverses latitudes les tables des époques diurnes de la fleuraison des plantes, ou, comme dit Linné, des horloges de Flore; choisir de préférence, dans ces tables, les espèces qu'on sait exister dans les jardins du monde entier. Est-il



vrai, comme le dit M. Keith, que, dans les pays septentrionaux, les fleurs s'épanouissent à une heure plus tardive?

10°. Recueillir des graines des herbes de la famille des légumineuses, qui peuvent croître naturellement dans des terrains argileux, pour essayer d'en faire des prairies artificielles propres à ce genre de sol.

11°. Répéter sous ou près de l'équateur les expériences faites sur la température de l'intérieur des troncs, et celle du terrain à diverses profondeurs. Quelle est, en particulier, la température du lait du cocotier à l'état de vie, du centre de son tronc et de la zone de terre où sont les racines?

12°. Un palmier planté dans une caisse, et ayant une direction rigoureusement verticale la tête en bas, se redresse-t-il comme un arbre exogène?

13°. Étudier les phénomènes de la chute des feuilles et du développement des bourgeons dans les arbres d'Europe transportés sous l'équateur.

§. 7. Par les Physiologistes.

La totalité de cet ouvrage a fait suffisamment connaître la marche par laquelle les physiologistes ont avancé la belle étude de la vie végétale. Je dois donc me borner ici à rappeler à l'attention des expérimentateurs quelques recherches partielles qui me paraissent propres à conduire à certains résultats.

1°. Vérifier les assertions contradictoires émises par divers physiologistes sur le choix que les racines font de divers alimens, soit d'après leur nature, soit d'après leur degré de fluidité;

2°. Vérifier les expériences contradictoires de Coulomb et de Pollini, sur la sève qui jaillit au printemps de l'intérieur des troncs;

3°. Est-il vrai, comme le disent quelques jardiniers, que les

racines se détournent de leur route pour chercher le bon terrain?

4°. Les feuilles tournées, la surface supérieure dirigée vers le sol, se retournent-elles à l'obscurité comme à la lumière?

5°. Une plante en vase, placée sous un grand récipient noir et opaque, et au-dessus d'un miroir qui lui ferait arriver la clarté du soleil par le bas, et non par le haut, gardera-t-elle ses feuilles dans leur position naturelle, ou dirigera-t-elle leur face supérieure du côté d'où vient la lumière?

6°. Les plantes, en totalité, cherchent-elles la lumière, comme les polypes? Mettez sur une surface d'eau un grand récipient renversé, divisé en deux parties par une cloison opaque, qui arrive à une ligne au-dessus de la surface de l'eau; noircissez complétement, ou couvrez d'un papier opaque tout un côté du récipient: placez des lentilles d'eau (*lemna*) sous la partie obscure du récipient, et voyez si l'eau étant immobile, elles viendront d'elles-mêmes sous la partie éclairée.

7°. Pourrait-on, par le moyen de l'incision annulaire, forcer les fruits dont une partie des ovules avorte régulièrement, tels que le marronier d'Inde, à conserver et à nourrir tous leurs ovules?

8°. Jusqu'à quel degré pourrait-on, par un exhaussement graduel de l'eau, forcer les pétioles et les pédoncules des nymphæa à s'alonger?

9°. Les formations de graines fertiles sans fécondation sont-elles vraies? (Répéter avec soin les expériences de Spallanzani et de Lecoq.)

10°. La germination de toutes les graines développe-t-elle de la chaleur comme celle de l'orge?

11°. Faire germer des graines de diverses familles couvertes de cire molle sur la cicatricule, ou sur la surface entière, la cicatricule exceptée, afin de savoir la route que l'eau suit en y pénétrant. Choisir, pour cet essai, les graines les plus grosses.

de chaque famille. Faire attention à ne comparer entre elles que des graines nues, ou des graines revêtues par le calice.

12°. Faire germer des graines qui ont un albumen, en le leur enlevant, ponr voir si, par cette ablation, elles resteraient petites comme par l'ablation des cotylédons.

13°. Étudier la manière dont l'albumen absorbe l'eau à la germination, et la transmet à l'embryon.

14°. Est-il bien vrai que les pélories se conservent de graines ?

15°. Les plantes hybrides stériles manquent-elles de granules dans leur pollen, et les fertiles en ont-elles ?

16°. Chercher à reconnaître s'il n'y a point de diversités entre les grains de pollen d'une même anthère analogues aux taches que présentent les pétales.

17°. Essayer de greffer des arbres à suc laiteux, soit avec des arbres non laiteux, soit entre eux.

18°. Essayer la greffe des endogènes, soit sur eux-mêmes, soit entre eux.

19°. Vérifier l'assertion de Hales, qu'un jasmin à feuilles panachées, étant greffé sur un jasmin à feuilles vertes, celui-ci prend des feuilles panachées au-dessous de la greffe.

20°. Les extrémités radiculaires qui verdissent au jour, telles que celles du pandanus ou du gui, dégagent-elles du gaz oxigène sons l'eau, au soleil, comme les tiges ou les feuilles vertes ?

21°. Les fleurs vert-d'eau, comme l'*ixia viridiflora*, dégagent-elles du gaz oxigène sous l'eau, au soleil, comme les fenilles ?

22°. L'absorption des vapeurs vénéneuses par les feuilles n'a-t-il pas lieu plus promptement la nuit que le jour ; et celle des matières absorbées par les racines, le jour que la nuit ?

23°. Est-il bien sûr que les plantes verdissent sans clarté, dans un air qui contient du gaz hydrogène ?

24°. Recueillir le plus possible de mesures des couches des coupes transversales, d'après les principes exposés vol. II, pag. 963 et suiv.

25°. Recueillir des renseignemens analogues sur les palmiers (vol. II, p. 1008), et en général sur tous les végétaux.

26°. Noter exactement la circonférence des exogènes, ou la hauteur des endogènes dont la date est connue.

27°. L'ordre de maturité des graines d'un même carpelle va-t-il toujours de haut en bas? S'il y a des cas avérés où il aille de bas en haut, à quoi tient la différence?

28°. Les larves ou insectes qui tuent les plantes en coupant leurs racines, exsudent-ils par leur bouche quelque suc âcre qui empoisonnerait la plante?

29°. L'action des poisons narcotiques ingérés par les racines a besoin d'être vérifiée avec soin.

30°. L'action des sels à doses diverses a besoin de pareille vérification.

31°. Semer des graines d'une même orobanche, d'une même cuscute, etc., sur des végétaux de familles différentes, afin de s'assurer si les différences observées entre les espèces de ces genres qui croissent sur des plantes différentes, sont des différences d'espèces ou de station.

32°. Parmi les parasites radicicoles et polyrhizes, y en a-t-il qui ne soient parasites que dans leur jeunesse?

33°. Examiner de plus près la manière dont les lichens adhèrent aux rochers, les fucus sans crampons aux rocs sous-marins, les mousses sans racines apparentes aux troncs, etc.

34°. Le cytinus, le raflesia, etc., germent-ils sur l'épiderme des racines; ou leurs graines, nichées sous l'épiderme, le percent-elles?

35°. Étudier la manière dont les parasites externes percent l'écorce;

36°. Vérifier, 1° la réalité de l'influence de l'épine-vinette sur le blé; 2° dans le cas affirmatif, voir si elle ne tient pas à l'action de son pollen sur le stigmate du blé.

FIN.

TABLE ALPHABETIQUE

DES MATIÈRES.

A.

B.

C.

D.

F.

I.

J.

K.

L.

O.

S.

T.

X.

Z.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

ERRATA.

Page 10, ligne 9, ajouter; *lisez* : affirmer.
23, 2, de; *lisez :* à.
36, 15, pétamogétons, coratophyllons; *lisez :* potamogétons, cératophyllons.
38, dern., *giorno ; lisez : giornale.*
91, 11, en taillant; *lisez :* en entaillant.
153, 4, par; *lisez :* pour.
190, 23, Prout; *lisez :* Proust.
204, 16, au-dessus; *lisez :* au-dessous.
228, 14, *Psiadia*, lisez : *Grindelia.*
501, 17, 29,030; *lisez :* 79,030.
345, au titre, 355; *lisez :* 345.
348, *id.*, 358; *lisez :* 348.
450, ligne 9, sécrétion; *lisez :* direction.
684, 5, *après* que; *ajoutez :* les.
704, 12, il; *lisez :* elle.
736, 10, fruits, *lisez :* faits.
792, pénult., Phyllirié; *lisez :* Phyllirea.
956, 13, *Coréhorus;* lisez : *Corchorus.*
995, 12, *ajoutez :* Ce cyprès a en 1832 vingt pieds de circonférence à 4 pieds au-dessus du collet.



